

**Universidade Federal de Santa Catarina  
Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental**

**ANÁLISE DA ADEQUAÇÃO DO USO DO SOLO DA ÁREA DE  
PROTEÇÃO AMBIENTAL DO ALTO RIO PRETO –  
RIO NEGRINHO – SC.**

**Leonardo Vardanega**

**FLORIANÓPOLIS  
2008**

**Universidade Federal de Santa Catarina  
Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental**

**ANÁLISE DA ADEQUAÇÃO DO USO DO SOLO DA ÁREA DE  
PROTEÇÃO AMBIENTAL DO ALTO RIO PRETO –  
RIO NEGRINHO–SC.**

**Leonardo Vardanega**

**Trabalho apresentado à Universidade  
Federal de Santa Catarina para Conclusão  
de Curso de Graduação em Engenharia  
Sanitária e Ambiental.**

**Orientador  
Prof. Cláudia Weber Corseuil**

**FLORIANÓPOLIS  
2008**

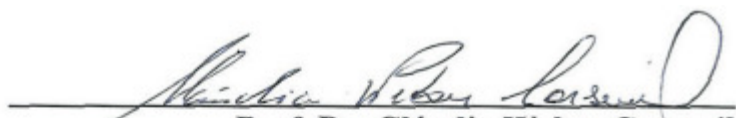
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

**ANÁLISE DE ADEQUAÇÃO DE USO DO SOLO DA ÁREA DE PROTEÇÃO  
AMBIENTAL DO ALTO RIO PRETO - RIO NEGRINHO – SC COM SUPORTE  
DE GEOPROCESSAMENTO.**

**LEONARDO VARDANEGA**

**Trabalho submetido à banca examinadora como parte dos requisitos para  
conclusão do Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Sanitária e  
Ambiental – TCC II.**

**BANCA EXAMINADORA:**



**Prof. Dr. Cláudia Weber Corseuil**  
**Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental**  
**Universidade Federal de Santa Catarina**  
(Orientador)



**Prof. Dr. Antônio Ayrton Auzani Uberti**  
**Departamento de Engenharia Rural**  
**Universidade Federal de Santa Catarina**  
(Membro da Banca)



**Prof. Dr. Catia Regina Silva de Carvalho Pinto**  
**Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental**  
**Universidade Federal de Santa Catarina**  
(Membro da Banca)

**FLORIANÓPOLIS**  
**2008**

## **AGRADECIMENTOS**

Acima de tudo, agradeço aos meus pais por todo o incentivo estrutural e emocional imensurável despendido na minha formação, mostrando-me os caminhos para que pudesse definir as minhas próprias escolhas.

À minha namorada Camila, por acreditar nos mesmos ideais, pela sua análise crítica, paciência e compreensão, tão importantes durante a execução desse trabalho.

À Minha Orientadora Prof. Cláudia Weber Corseuil, pela incansável orientação e por acreditar na melhor execução possível desse trabalho.

A toda a Equipe do Labhidro, em especial à Patrícia, pelo auxílio disponibilizado em longas horas de geoprocessamento.

A todos os nacionalistas que acreditam no desenvolvimento desse país.

Aos brasileiros, e esta Universidade, por me possibilitarem a aprendizagem nas diversas esferas existentes dentro deste espaço científico.

Aos amigos Ney, Michel, Daniel, Júnior e Marlenne, moradores da República da Marlenne e os demais frequentadores, pelo compartilhamento em felizes horas de discussão sobre os mais variados assuntos e pela convivência durante o último ano.

## RESUMO

Conhecer as características e as potencialidades do meio físico como, solos, vegetação, relevo, clima, geologia é de fundamental importância para o planejamento das ações que visem o uso sustentável desses recursos.

O principal objetivo do estudo foi analisar a adequação do cenário de uso atual do solo da APA do Alto Rio Preto, Rio Negrinho – SC, já que mesma carece de um diagnóstico detalhado do uso e ocupação do solo atual e das potencialidades de utilização racional da área. Esse procedimento foi feito pela aplicação de tabulação cruzada no Sistema de Informações Geográficas. Primeiramente, foram determinados os planos de informações que tem maior influência sobre o uso do solo (declividade, natureza do solo, Áreas de Preservação Permanente), classificando espacialmente suas potencialidades e limitações, no Sistema de Capacidade de Uso (LEPSCH, 1983). A interpretação de imagens do satélite Landsat/TM5, referentes às órbitas/ponto 220/78, 221/78 e 220/79, permitiram elaborar o mapa de uso atual do solo da APA do Alto Rio Preto. Verificou-se que a Área de Proteção Ambiental preserva ainda boa parte de sua cobertura florestal original (32,95%), principalmente nas áreas de difícil acesso e ao longo dos cursos de água. Entretanto, as faixas de proteção existentes são insuficientes para atender as exigências de proteção previstas no código florestal. A vocação econômica é fortemente identificada pela presença massiva de reflorestamento, que abastece a indústria moveleira da região. Através da combinação entre o mapa de capacidade de uso e do mapa de uso atual do solo obteve-se a adequação de uso do solo da área de Proteção Ambiental, permitindo identificar uma utilização dentro da máxima capacidade natural de suporte em mais de 71% da área. Assim, pode-se concluir que 53,18% das terras estão sendo subutilizadas, 22,79% das terras estão sobre-utilizadas e as que apresentaram a máxima adequação de uso configuram 18,23% da área de estudo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sistema de informação geográfica; sistema de capacidade de uso, tabulação cruzada.

## ABSTRACT

The knowledge of the environmental physics aspects including the evaluation of, geology, land attributes, vegetation and weather conditions, has much of the importance on an action plan focused in the promotion of the correct use of natural resources and the rational land use. The main objective of this work is to analyze the existing conflicts of land concerning its agricultural potentialities, the Brazilian environmental legislation and the land use given actually in the Area of Environmental Preservation (APA) do Alto Rio Preto, localized in the Santa Catarina State, City of Rio Negrinho. This work is justifiable due to the fact that the area of study has an increasing demand to diagnostic its land occupation process and land use potentialities.

At first, the agricultural potentialities of land were established with a map algebra technique between the most applicable plans of information (Land Slope, Soil characteristics and Riparian buffers). In the sequence, it has been applied a digital image classification over a Landsat/TM5 satellite image to establish the actual land use mosaic. This execution was made by the evaluation of training samples followed by the digital classification using the maximum likelihood technique. The actual land use has accused that a great portion of the APA, preserves its natural forests (32,95%). These forests were better identified among the riparian buffers and the areas with difficult access. Even with this natural forests remaining the area occupied are not sufficient to fill the riparian buffer required by the Brazilian environmental legislation. Finally, the conflicts of land use were established with the application of a cross-tabulation technique between the two applicable plans of information (PIs): i) land potentialities, ii) land use given actually.

According to the conflicts established it is possible to identify that more than 71% are being used adequately.

As result, 53,18% are being used under its potential capabilities. Areas where the land use is being over-estimated represents 22,79 %. The maximum rational land use is being given in 18,23% of the total area.

**KEYWORDS:** Geographic information system; land use capacity system, cross-tabulation

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVO GERAL .....</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS: .....</b>	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>14</b>
4.1	Planejamento Ambiental em áreas de Proteção Ambiental. ....	14
4.2	Sistema de Avaliação das Terras .....	16
4.3	Geoprocessamento no planejamento ambiental e avaliação de uso das terras.....	21
4.4	Zonas Ripárias e o Código Florestal Brasileiro .....	23
<b>5</b>	<b>MEDODOLOGIA .....</b>	<b>27</b>
5.1	Caracterização da Área de Estudo: .....	27
5.1.1	Hidrografia .....	28
5.1.2	Clima .....	28
5.1.3	Geologia .....	29
5.1.4	Vegetação Original .....	30
5.1.5	Relevo .....	31
5.1.6	Solos.....	32
5.2	Materiais.....	33
5.3	Método .....	33
5.3.1	Arranjo da Base Cartográfica.....	33
5.3.2	Elaboração do plano de informação de Áreas de Preservação Permanente (APP) referentes aos recursos hídricos.....	38
5.3.3	Modelo Digital de Elevação (MDE) .....	40
5.3.4	Plano de Informação Declividade .....	43
5.3.5	Plano de Informação de Solos.....	43
5.3.6	Capacidade de Uso da Terra .....	44
5.3.7	Mapa de Uso Atual do Solo .....	45
5.3.8	Adequação de Uso das Terras .....	46
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>47</b>
6.1	Mapa das Áreas de Preservação Permanente (APPS):.....	47
6.2	Mapa de Declividade .....	49
6.3	Mapa de Solos .....	51
6.4	Mapa de Capacidade de Uso das Terras .....	53
6.4	Mapa do Uso Atual das Terras.....	55
6.5	Mapa de Adequação de Uso das Terras. ....	57
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>60</b>
<b>8</b>	<b>RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>61</b>
<b>9</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>62</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Faixas de proteção de acordo as suas funções desempenhadas .....	25
Figura 2: Faixa de proteção divida em zonas para fins de conservação do solo e melhor aproveitamento da produção agrícola.....	26
Figura 3: Localização da APA do Alto Rio Preto, Rio Negrinho – SC. ....	27
Figura 5. Plano de Informação Hidrografia.....	35
Figura 6. Plano de Informação Topografia.....	36
Figura 7. Plano de Informação Sistema Viário.....	37
Figura 8. Modelo Digital de Elevação da APA. ....	40
Figura 9. Modelo digital de elevação da APA do Alto Rio Preto. ....	42
Figura 10. Mapa de APPs relativas à proteção dos recursos hídricos da APA. ....	47
Figura 11. Mapa de Declividade da APA do Alto Rio Preto .....	49
Figura 12. Mapa de solos da APA do Alto Rio Preto. ....	51
Figura 13. Mapa de Capacidade de Uso do Solo da APA.....	53
Figura 14. Mapa de Uso Atual do Solo .....	55
Figura 15. Mapa de Adequação de Uso do Solo .....	57



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classes de Declividade no Sistema de Capacidade de Uso.....	43
Tabela 2. Áreas de Preservação Permanente e respectivas áreas. ....	48
Tabela 3. Classes de Declividade e respectivas áreas .....	50
Tabela 4. Grupos de Solo e respectivas áreas.....	52
Tabela 5: Classes de Capacidade e respectivas áreas .....	54
Tabela 6: Uso Atual do solo e classificação da paisagem .....	56
Tabela 7. Classes de Adequabilidade de uso das terras.....	58

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Caracterização das classes e subclasses de capacidade de uso.....	19
Quadro 2: Natureza das limitações da terra no sistema de capacidade de uso.....	20
Quadro 3: Resumo da variação do tipo e da intensidade máxima de utilização da terra. ...	20
Quadro 4: Bases e critérios envolvidos na conceituação e definição de solos. ....	32
Quadro 5: Faixas de proteção dos cursos de água .....	39
Quadro 6. Determinação das classes de Capacidade de Uso.....	44
Quadro 7. Tabulação Cruzada entre Capacidade de Uso versus Uso Atual do Solo. ....	58

# 1 INTRODUÇÃO

O homem altera constantemente a paisagem aonde vive. Na maioria das vezes, esse processo de estabelecimento social e econômico é feito sem o devido planejamento ambiental. Dessa forma, a ocupação humana acaba ocorrendo sem considerar as potencialidades e a capacidade de suporte dos recursos naturais.

Conhecer as características e as potencialidades do meio físico como, solos, vegetação, relevo, clima, geologia é de fundamental importância para o planejamento das ações que visem o uso sustentável desses recursos. Com isso pode-se estabelecer a utilização racional dos recursos naturais promovendo a conservação do meio ambiente.

A criação de unidades de conservação tem por objetivos manter a diversidade biológica, os recursos genéticos, a proteção de espécies ameaçadas de extinção, preservar e possibilitar a restauração da diversidade dos ecossistemas naturais, bem como promover o uso sustentável dos recursos naturais. Desta forma, garante a conservação e disponibilidade dos recursos naturais para as gerações futuras.

As categorias de unidades de conservação previstas na legislação vigente constituem-se em dois grupos principais: i) Proteção Integral ii) Uso Sustentável (LEI 9985, 2000). Dentro do grupo de Uso Sustentável estão as Áreas de Proteção Ambiental (APAS), que são regiões demarcadas, dentro do território nacional que necessitam de normas de proteção especiais mais restritivas do que as leis gerais de proteção ambiental, mas permitem usos diferenciados do solo e limitado exercício de propriedade internamente (WEGNER, 2000).

A área de estudo é a Área de Proteção Ambiental (APA) do Alto Rio Preto localizada no município de Rio Negrinho – SC. A sua criação é parte constituinte de uma das frentes estratégicas, necessária ao cumprimento do Plano Ambiental estabelecido pelo Consórcio intermunicipal do Alto Rio Negro Catarinense, Consórcio Ambiental Quiriri, formado pelos municípios: i) Rio Negrinho; ii) São Bento do Sul; iii) Campo Alegre e iv) Corupá.

Essa frente estratégica estabelece a criação de cinco unidades de conservação na categoria APA, por meio de uma iniciativa conjunta dos municípios pertencentes ao consórcio, na execução de legislações municipais próprias para a implantação dessas unidades (RIO NEGRINHO, 2007).

De forma geral, as 5 APAS criadas visam proteger o conjunto de ecossistemas da região que as formam, de forma a assegurar condições de potabilidade da água tendo em vista o potencial hídrico existente para o abastecimento público dos municípios consorciados. (APA Rio dos bugres –RN, APA Rio Vermelho/Humboldt –SBS e APA Alto rio Turvo – CA) e fomentar o uso dos recursos naturais, o turismo ecológico, a educação ambiental e a recreação não destrutiva (APA da Represa alto rio Preto – RN e APA Campos do Quiriri – CA. (RIO NEGRINHO, 2007).

Desde a criação da APA do Alto Rio Preto, os principais avanços obtidos estão focalizados na esfera da legislação municipal, incluindo a redefinição dos seus limites legais e as diretrizes instituídas pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Ambiental Urbano e Rural de Rio Negrinho ocorridos no ano de 2006.

Apesar desses avanços, a APA carece de um diagnóstico detalhado do uso e ocupação do solo atual e das potencialidades de utilização racional da área, que sirvam de apoio à tomada de decisão para a definição do zoneamento ecológico-econômico da mesma.

Assim, estudos de análise de adequação de uso do solo permitem identificar as áreas sujeitas a diversos danos ambientais, entre os quais citam-se: o risco de erosão acelerada, a diminuição da produção agrícola, a redução de disponibilidade hídrica em reservatórios, a supressão da vegetação nativa em áreas de preservação permanente e espécies ameaçadas de extinção, entre outros.

A aplicação deste estudo na APA do alto Rio Preto pode ser justificada, uma vez que, uma das finalidades da sua criação é promover a proteção dos ecossistemas que compõem a Represa do Alto Rio Preto tendo em vista a manutenção da qualidade de água no reservatório.

Por fim, o usos de sistemas de informação geográfica e de ferramentas de sensoriamento remoto justificam-se, pelo fato de diminuir a subjetividade no levantamento do meio físico além de possibilitar a criação de banco de dados espaciais e temporais e a continuidade das ações de planejamento ambiental (CÂMARA, 1998).

Dessa forma, espera-se que os resultados obtidos sirvam de apoio às atividades de pesquisa iniciadas em 2005 pelo Grupo de Estudos de Bacias Hidrográficas da UFSC no projeto intitulado “Avaliação da influência do uso do solo nos recursos hídricos da bacia do Rio Negrinho- SC com modelagem hidrossedimentológica e geoprocessamento”.

## **2 OBJETIVO GERAL**

Analisar a adequação do cenário de uso atual do solo da APA do Alto Rio Preto, Rio Negrinho-SC, quanto à sua capacidade de uso, por meio de sistema de informação geográfica.

## **3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Caracterizar a APA em relação ao relevo, solo e ao uso atual do solo.
- Determinar as potencialidades de uso do solo utilizando a classificação de terras no sistema de capacidade de uso.
- Avaliar quantitativamente as Áreas de Preservação Permanente (APP) em torno dos corpos de água da APA.
- Avaliar a adequação de uso do solo na APA em relação às classes de capacidade de uso do solo.

## **4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **4.1 Planejamento Ambiental em áreas de Proteção Ambiental.**

A preocupação com a água, com a poluição e com os impactos sociais, o surgimento dos movimentos preservacionistas e os avanços da ciência, de Darwin a Gaia, são acontecimentos que foram se somando ao longo da história, pressionando mudanças, definindo ideários e determinando um novo paradigma que incorporasse as questões ambientais, expressas em uma política ambiental. Obviamente, as premissas de planejamento caminharam paralelas, com o objetivo de responder aos novos rumos. Assim, muitos conceitos relativos a novos princípios de desenvolvimento passaram a ser gradativamente incorporados aos planejamentos como a perspectiva de esgotamento dos recursos naturais, a evolução com que a vida vem alterando o meio ambiente, o conceito de qualidade de vida distinto do de padrão de vida, sendo a degradação do meio, medida pela sua capacidade de suporte e sistemas de autocontrole (SANTOS, 2004).

A agenda 21, principal documento produzido na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUCED) também conhecida como ECO-92, é um programa de ação que viabiliza o novo padrão de desenvolvimento ambientalmente racional numa escala global. Este documento prescreve a necessidade do planejamento ambiental, afirmando que a redução da pobreza urbana, só será possível mediante planejamento e a administração do uso sustentável do solo. Portanto, aquele documento aconselha os países a fazerem um levantamento dos seus recursos de solo e classificá-los de acordo com seu uso mais adequado, ressaltando que áreas ambientais frágeis ou sujeitas à catástrofes devem ser identificadas para medidas especiais de proteção (FRANCO, 2000).

Dentro da perspectiva ambiental a autora acima define Planejamento Ambiental como sendo o planejamento das ações humanas no território, levando em conta a capacidade de sustentação dos ecossistemas, a nível local e regional, sem perder de vista as questões de equilíbrio das escalas maiores, tais como a continental e a planetária, visando à melhoria contínua da qualidade de vida humana.

O planejamento Ambiental é, portanto, um planejamento territorial estratégico o qual emprega como instrumentos, todas as informações disponíveis sobre a área de estudo,

vindo das mais diversas áreas do conhecimento, bem como as tecnologias de ponta que possam facilitar o seu meio de comunicação e de projeto (FRANCO, 2000).

Segundo Kouakou (2004), a ausência de um programa bem definido de planejamento ambiental, para uso e manejo dos recursos disponíveis, faz com que a atuação da população resulte na deterioração do ambiente e de suas próprias condições de vida.

Por isso, Hidalgo (1995) apud Jacobi e Teixeira (2000) consideram que o Planejamento Ambiental deve ser consolidado de forma participativa, incluindo a população local como parte integrante do processo de levantamento dos problemas vindo a tratar a problemática ambiental como uma questão de interesse coletivo, interpessoal, intercomunitário e intermunicipal.

Santos (2004) afirma que o espaço de trabalho no planejamento ambiental é diverso, devendo haver uma flexibilização dos seus limites, de forma a considerar as inter-relações nos seus diversos níveis. Portanto, a definição das unidades de planejamento deve ser feitas caso a caso, de acordo com suas características e objetivos propostos. O mesmo autor indica que, de acordo com os objetivos propostos, o planejador dispõe de diferentes estratégias para a definição de áreas de estudo.

Dentro dessa visão, Franco (2000) salienta que as ações de Planejamento Ambiental, por serem ecossistêmicas, transcendem os limites políticos das unidades territoriais devendo considerar, no mínimo, o limite de uma bacia hidrográfica.

Quando se busca a preservação dos bens naturais, as unidades de planejamento ambiental mais indicada são as Unidades de Conservação (UC's), por serem ferramentas indispensáveis à promoção de qualidade de vida da sociedade e à minimização dos problemas oriundos da crise ambiental (SIMÕES, 2008).

Dentre as unidades de planejamento ambiental, Wegner (2000) apud Souza Filho (1997) indicam a aplicação de Unidades de Conservação na categoria de Áreas de Proteção Ambiental (APA's) por serem regiões demarcadas, dentro do território nacional que necessitam de normas de proteção especiais mais restritivas do que as leis gerais de proteção ambiental, mas permitem usos diferenciados do solo e limitado exercício de propriedade internamente.

De acordo com a lei que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza Lei do SNUC (2000), no seu artigo 15, A Área de Proteção Ambiental é uma área em geral extensa, com certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos,

bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.

Para Santos (2004) qualquer que seja a unidade de planejamento considerada o processo do planejamento ambiental deve ser subdividido em temas mais específicos. Destes, a autora considera a análise da Capacidade de Uso da Terra como um dos temas principais uma vez que as respostas obtidas (potencial de uso da terra X ocorrência de inadequação de uso) tendem a nortear muitas tomadas de decisão em diferentes pontos de vista, tais como: o da conservação ambiental, do risco de erosão e da indicação de tecnologias adequadas.

Parta Keller (1969) apud Pirolli (2002) a ausência de estudos de uso do solo, em países subdesenvolvidos, faz com que o planejamento de suas agriculturas e do uso de seus recursos naturais seja muito genérico. Salienta que, o desconhecimento do uso da terra e de suas características no momento de planejamento e da tomada de decisões, pode trazer mais prejuízos do que benefícios à estrutura econômica existente.

Ressaltando essas idéias Filadelfo Júnior (1999) apud Pirolli (2002) salienta que a implantação de uma política agrícola adequada, necessita de informações confiáveis e atualizadas do uso e ocupação da terra para se estruturar e viabilizar o planejamento agrícola local ou regional, uma vez que, a conservação do solo constitui um dos aspectos mais importantes da agricultura moderna.

## **4.2 Sistema de Avaliação das Terras**

O solo, juntamente com a luz solar, o ar e a água, é uma das quatro condições básicas à vida no globo terrestre. Os solos não são estáticos, pelo contrário encontram-se em estado de contínuas modificações. As enxurradas causadas pelas chuvas, os rios e os ventos vêm continuamente desgastando a superfície da terra, transportando lentamente as partículas do solo (LEPSCH, 1976).

No estado natural do solo, o autor acima citado, comenta que a vegetação serve como um manto protetor, o que faz com que a sua remoção seja muito lenta e, portanto compensada pelos contínuos processos de formação do solo. Em condições naturais, o ciclo de desgaste é normalmente equilibrado pela renovação e, é graças a esse equilíbrio, a



vida no nosso planeta é mantida. No entanto, quando o homem cultiva a terra sem as devidas práticas conservacionistas, esse equilíbrio pode ser interrompido, causando o depauperamento do solo.

Com o passar dos anos o uso inadequado do solo, pode torná-lo improdutivo, devido principalmente à perda de sua estrutura, matéria orgânica, nutrientes e de solo propriamente dito. Esses fatores são causados pela erosão acelerada, drenagem imprópria, irrigação sem planejamento, alcalinidade, enchentes, entre outros (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1990).

Nesse contexto, Lepsch *et al* (1991) salienta a importância da definição de práticas conservacionistas no trato com o solo, as quais visam selecionar as técnicas de uso da terra mais recomendadas e adaptadas para o meio físico, de forma que não haja deterioração ambiental e os solos permaneçam indefinidamente estáveis quanto à sua estrutura, garantindo assim a sua conservação.

Para atender esses objetivos, Bertoni e Lombardi Neto (1990) propõem que seja feita a adoção de um sistema de classificação de terras.

A avaliação da aptidão de uso das terras deve ser o primeiro passo para o uso racional, sendo necessário o uso de cada parcela de solo de acordo com a sua capacidade de sustentação e produtividade econômica, visando garantir este recurso para gerações futuras (LEPSCH *et al.*, 1991).

Existem várias metodologias para a classificação interpretativa das terras, dentre elas os mais utilizados no Brasil são, o Sistema de Avaliação da Capacidade de Uso das Terras (LEPSCH *et al.*, 1991) e o Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras proposto por Ramalho Filho e Beek (1995).

Segundo Assad *et al*, (1998) no Brasil, os sistemas de avaliação mais utilizados são: Sistema de Classificação de Capacidade de Uso da Terra e o FAO/Brasileiro de aptidão agrícola das terras.

O Sistema de Classificação de Capacidade de Uso foi estruturado pelo serviço de conservação do solo dos Estados Unidos e tem por objetivo agrupar solos segundo sua capacidade de uso, visando o estabelecimento de bases para seu melhor aproveitamento. (ASSAD *et al*, 1998).

Lepsch *et al* (1983) salienta que a adoção do Sistema de Classificação de Capacidade de uso para fins de planejamento de práticas de conservação do solo em estudos regionais, deve ser feita com cuidados especiais e adaptações.

Segundo Nanni *et al* (2005) nesses casos, a óptica principal é a preservação dos recursos naturais e não o aumento da produção agrícola nem tampouco a destinação dessas áreas para um programa agrícola.

Para Lepsch *et al* (1983) o sistema de capacidade é uma classificação técnica que representa um grupamento qualitativo de tipos de solo através da sintetização das diversas características e propriedades do solo, visando definir a sua máxima capacidade de uso sem risco de degradação do solo, especialmente no que diz respeito à erosão acelerada.

Baruqui (1981) apud Piroli (2002) define capacidade de uso como o limite máximo de possibilidade de utilização do solo no planejamento considerado, além do qual não poderá ser explorado sem riscos de deterioração.

Para Bertoni e Lombardi Neto (1990), o processo de classificação depende do levantamento dos fatores físicos que mais influenciam o uso das terras, sendo estes: a natureza do solo, a declividade, a erosão e o uso atual do solo. Após este levantamento, os dados devem ser devidamente interpretados, sendo o resultado desta interpretação o subsídio para a determinação dos grupos e classes de capacidade de uso do solo.

De acordo com Assad *et al* (1998), para efetuar esta classificação o método convencional utilizado e aceito universalmente consiste em uma divisão através de categorias hierarquizadas em, grupos, classes e subclasses (

Quadro 1).

**Quadro 1:** Caracterização das classes e subclasses de capacidade de uso

Grupo	Classe	Características	Subclasses/Limitações*			
			e	s	a	c
A - Terras passíveis de serem utilizadas com culturas anuais, perenes, pastagens, reflorestamento e vida silvestre	I	Possuem poucas restrições quanto à sua utilização. Podem ser cultivados com intensidade, utilizados para pastagens, silvicultura, florestas ou reserva para animais silvestres. São áreas com declividades suaves e solos profundos				
	II	Terras que apresentam algumas limitações que reduzem a escolha dos cultivos, ou exigem práticas moderadas de conservação. Esses solos permitem o mesmos cultivos dados para a classe I. No entanto, tem capacidade para suportar sistemas agrícolas menos intensivos, ou que exigem certas práticas de conservação.	x	x	x	x
	III	Possuem severas limitações que reduzem a escolha dos cultivos e/ou práticas especiais de conservação. As mesmas culturas das classes I e II poderão ser desenvolvidas nas terras de classe III, no entanto, é limitada a quantidade de terra limpa aproveitável, como também a escolha da cultura específica a ser desenvolvida.	x	x	x	x
	IV	Os solos dessa classe são utilizáveis para lavoura, mas com limitações muito severas, quanto à escolha de culturas, pois é necessário manuseio cuidadoso. São mais reduzidas as alternativas de utilização do que nos solos de classe III.	x	x	x	x
B- Terras adaptadas para pastagens, reflorestamento	V	Em geral, os solos da classe V a VII não se prestam à cultivos agrícolas. Face outros, além dos riscos de erosão acelerada, os solos da classe V estão sujeitos a limitações que comprometem a sua segurança	x	x	x	x
	VI	Terras impróprias para culturas anuais, mas que podem ser usadas para produção de pastagens, silvicultura e algumas culturas permanentes protetoras do solo tais como pastagens. As limitações que apresentam são em razão da declividade excessiva ou pequena profundidade do solo.	x	x	x	x
	VII	Terras sujeitas a muitas limitações permanentes. Normalmente são muito íngremes, erodidas, pedregosas ou com solos muito rasos. Requerem cuidados extremos para controle erosão. Assim, além de serem impróprias para culturais, apresentam limitações de uso para pastagens e silvicultura.	x	x	x	x
C- Terras não adequadas para pastagens, cultivos e reflorestamento	VIII	Terras impróprias para serem utilizadas como qualquer tipo de cultivo, devendo ser destinadas à proteção da fauna e da flora. Nela estão contidas as zonas ripárias e as áreas de APP previstas no código florestal.	x	x	x	x

**Fonte:** Adaptado de Lepsch (1983).

O

Quadro 1 e o Quadro 2, representam um afastamento ou desvio de uso das condições ideais para a maioria das culturas. Essas limitações podem ser devidas a quatro naturezas distintas correspondentes às subclasses.

**Quadro 2:** Natureza das limitações da terra no sistema de capacidade de uso.

c	<b>Limitações climáticas:</b> São avaliadas pela análise de seus dados meteorológicos, sendo desejável um período mínimo de dez anos de observação, incluindo principalmente a temperatura e a precipitação (média mensal e anual respectivamente). Com esses dados é possível calcular a evapotranspiração potencial e o balanço hídrico, que fornece alguns parâmetros úteis na avaliação das limitações climáticas.
s	<b>Limitações devidas ao solo:</b> As principais propriedades do solo a serem julgadas, para fins de determinação das suas limitações, são a profundidade efetiva; capacidade de retenção de água, permeabilidade e drenagem interna, fertilidade e possibilidade de motomecanização.
a	<b>Limitações por excesso de água:</b> O excesso de água é prejudicial à maioria das plantas, por expulsar o ar do sistema poroso, restringindo a respiração das raízes e dificultando o desenvolvimento da planta. A saturação do perfil do solo com água depende dos fatores externos, dos internos e da duração do período de encharcamento.
e	<b>Limitações por risco de erosão:</b> Vários componentes podem ser utilizados para avaliar o risco de erosão, o qual acaba sendo estabelecido a partir da inferência sobre a interação de fatores diversos (declividade, comprimento de rampa), ao solo (fraca estruturação, mudança textural abrupta, permeabilidade lenta do subsolo) ou ao clima (ação erosiva das chuvas e dos ventos).

**Fonte:** Adaptado de Lepsch (1983).

Para uma melhor compreensão dos graus de limitação e ou riscos de degradação apresentado em cada classe de capacidade uso, Lepsch et al (1983) elaborou um quadro interpretativo em que a intensidade de uso é decrescente no sentido I-VIII. (Quadro 3):

**Quadro 3:** Resumo da variação do tipo e da intensidade máxima de utilização da terra.

SENTIDO DAS APTIDÕES E DAS LIMITAÇÕES		CLASSE DE CAPACIDADE DE USO	SENTIDO DO AUMENTO DA INTENSIDADE DE USO							
			VIDA SILVESTRE E RECREAÇÃO	SILVICULTURA E PASTOREIO			CULTIVO OCASIONAL OU LIMITADO	CULTIVO INTENSIVO		
				PROBLEMA DE CONSERVAÇÃO						
				LIMITADO	MODERADO	INTENSIVO		COMPLEXO	SIMPLES	NÃO APARENT
	I									
	II									
	III									
	IV									
	V									
	VI									
	VII									
	VIII									

**Fonte:** Adaptado de Lepsch et al (1983)

Nanni *et al* (2005) aplicou essa metodologia estabelecendo a capacidade de uso das terras como subsídio para zoneamento ecológico-econômico da Área de Proteção Ambiental Federal das Ilhas e Várzeas do Rio Paraná. Nesse estudo o autor supracitado conclui que a classificação de terras pela capacidade de uso integra um conjunto de informações de grande valia para a execução de um zoneamento de uma área de proteção ambiental, comprovando a eficiência do método perante os objetivos da pesquisa.

Poelking (2007) levantou diferentes atributos ambientais: solo, relevo cobertura das terras e vocação de utilização para o monitoramento e estabelecimento dos problemas relacionados ao seu uso. Nesse estudo, aplicado no município de Itaara-RS, o autor identificou que 55% das terras possuem aptidão restrita à agricultura, sendo o restante apenas apto a silvicultura já que se situam em regiões mais declivosas.

Martorano *et al* (1999) apresentou uma proposta de zoneamento agroecológico da quadrícula de Ribeirão Preto SP baseado na capacidade de uso das terras. Os principais fatores determinantes para a indicação de zonas agroecológicas na seleção de áreas zoneadas para preservação e agrossilvicultura, foram aqueles relativos ao solo e ao relevo, tendo-se o clima (c) como principal fator limitante de uso da terra devido às secas

predominantes de junho à setembro. De acordo com esses critérios predomina na área de estudo uma vocação para agricultura intensiva (66,3%) da área, (10,4%) destinadas à práticas conservacionistas, e o restante destinado à pecuária, silvicultura e agricultura extensiva.

#### **4.3 Geoprocessamento no planejamento ambiental e avaliação de uso das terras.**

Segundo Piroli (2002) o planejamento ambiental trabalha com grande número de variáveis (Solo, vegetação, Clima, Fauna, Geomorfologia, Aspectos Sociais, etc) que atuam interativamente, gerando complexidade operacional e estrutural do processo de planejamento o que demanda o desenvolvimento de técnicas como suporte aos processos de tomada de decisões.

Visando facilitar a tomada de decisões do planejador, Santos (2004) aconselha a representação espacial dos temas propostos, pois esta estratégia facilita a interpretação, integração e manejo das informações por meio de documentação cartográfica.

Para Castanho e Rosa (2007) isso pode ser feito através da aplicação de técnicas de geoprocessamento, uma vez que, essas técnicas, são instrumentos eficazes na espacialização cartográfica de eventos geográficos de qualquer área servindo de suporte desde a coleta, tabulação, tratamento e posterior espacialização dos dados coletados.

Segundo Câmara e Medeiros (1998) o termo geoprocessamento denota uma disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas computacionais para o tratamento de informações geográficas.

Os autores acima indicam que os instrumentos computacionais do Geoprocessamento, chamados de Sistema de informações geográficas (SIG), permitem a realização de análises complexas ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados e tornam possível a automatização de documentos cartográficos.

Segundo Assad *et al* (1998) o SIG possibilita a geração de bancos de dados codificados espacialmente, promovendo ajustes e cruzamentos simultâneos de grande número de informações. A utilização de SIGs vem permitindo o zoneamento de áreas de forma mais adequada e eficiente, substituindo os métodos tradicionais de análise que são mais onerosos e de manipulação mais difícil.

Na outra vertente do geoprocessamento está o sensoriamento remoto (SR), o qual utiliza métodos de classificação digital de imagens tendo sido um método importante na aquisição primária, inventário e gerenciamento de informações da paisagem agroflorestais, principalmente em países de dimensões continentais, como o Brasil. (VENTURIARI *et al.*, 1993).

No caso específico de estudos de avaliação de terras voltadas para a conservação dos recursos naturais, Beek (1987) apud Assad *et al.* (1998) citam que a aplicação do SIG promove um controle adequado de dados sobre o meio físico e melhor compreensão das relações existentes entre o solo e seu uso.

Um exemplo de uma dessas aplicações, é o estudo proposto por Ippoliti *et al* (1998) que teve o objetivo de avaliar a adequação do uso das terras em relação a sua potencialidade nos municípios de Sumaré e Hortolândia (SP-Brasil). Na primeira etapa desse estudo, os autores geraram um mapa de capacidade de uso das terras através do cruzamento da informação do mapa de declividade e do mapa de solos dos municípios, segundo os critérios da classificação de capacidade de uso elaborada pelo serviço de conservação de solos dos Estados Unidos. Numa segunda etapa, foi feito o cruzamento do mapa de capacidade uso com o mapa de uso e cobertura atual do solo. O processo de cruzamento de mapas foi feito através da aplicação de SIG. Como resultado, obteve-se o mapa de adequação de uso das terras tendo sido possível localizar as áreas que apresentavam discrepância no uso (sub-utilização ou sobre-utilização).

Em outro estudo proposto por Carvalho e Lacerda (2007) foram utilizadas técnicas de geoprocessamento para mapear o uso atual das terras e avaliar a adequação destes usos em relação à aptidão agrícola das terras em dois núcleos rurais do distrito federal. Na fase inicial foi feita caracterização dos usos das terras através de uma imagem de satélite HRV/SPOT 4, obtendo-se 12 classes temáticas de ocupação, dispostas através de um mapa. Num segundo momento foi feito o mapeamento das classes de aptidão agrícola das terras pelo Sistema Brasileiro de Classificação da Aptidão Agrícola das Terras. Finalmente, através do cruzamento dos mapas gerados através de SIG obteve-se o mapa de adequação de uso das terras o qual indicou uma situação em que a maioria das áreas encontrava-se com uso adequado ou abaixo do uso indicado.

Assad *et al* (1998) salientam que, nesses estudos, o SIG apresenta como vantagens a redução da subjetividade embutida em operações de cruzamento manual de informações sobre o meio ambiente, a possibilidade de geração de tantos mapas temáticos quanto assim

permitirem as variáveis disponíveis, além de facilidade de atualização e aperfeiçoamento dos diagnósticos feitos a partir da introdução de novos dados.

#### **4.4 Zonas Ripárias e o Código Florestal Brasileiro**

Segundo KLAPPROTH et al (2001), ao longo da história humana, os cursos de água tem sido foco de exploração e do estabelecimento das atividades sociais e econômicas. Os primeiros sistemas de transporte foram baseados na navegação em rios. Dessa forma, as áreas situadas às margens dos rios representam muito da nossa história, arqueologia e formas de cultura.

O código florestal brasileiro LEI NO. 4771 (1965) considera como áreas de preservação permanente (APP's) as florestas e as demais formas de vegetação situadas ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água, ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais e nas nascentes ainda que intermitentes, qualquer que seja a sua situação topográfica.

KOBYAMA (2003) levantou diversas terminologias usualmente adotadas na comunidade científica referentes a essas áreas. Dentre todos os termos levantados o autor recomenda o uso de “zona ripária” para discutir a delimitação desse espaço e o termo “ecossistema ripário” para discutir os processos ocorridos nesse espaço.

O THE JAPAN SOCIETY OF EROSION CONTROL ENGINEERING (2000) citado por KOBYAMA (2003) define zonas ripárias como a zona próxima a rios, lagos, pântanos etc. Esta zona influencia fortemente a transferência de energia, nutrientes sedimentos etc. entre os ecossistemas terrestre e aquático. Incluem planície, vertente, vegetação, e a estrutura subterrânea onde a água subterrânea se movimenta.

Para SILVA (2003), a partir das últimas duas décadas o interesse sobre zonas ripárias tem aumentado consideravelmente. Sem dúvida, esse interesse tem-se dado devido à sua contribuição na conservação dos recursos hídricos.

HINKEL (2003) cita que a importância das zonas ripárias está relacionada a algumas das suas funções: podendo atuar como filtro natural ou zona tampão de nutrientes no rio, estabilizando as margens, auxiliando na recarga de aquíferos subterrâneos, resguardando o habitat de animais silvestres, promove integração com a superfície da água proporcionado



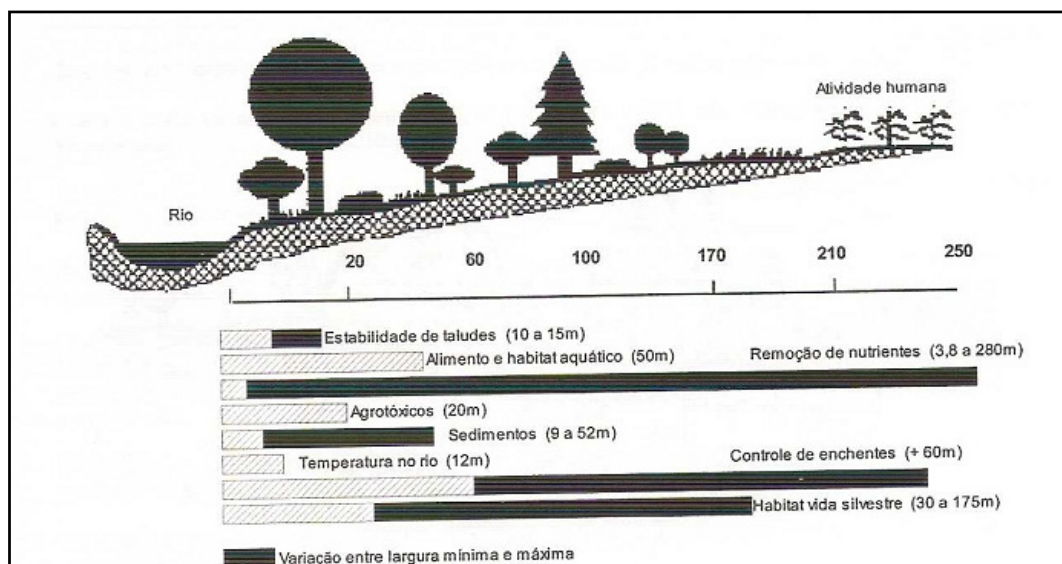
cobertura e alimentação para peixes e ainda intercepta e absorve a radiação solar contribuindo para a estabilidade dos pequenos cursos de água.

KLAPPROTH et al (2001), quantificou os benefícios gerados pela preservação e manutenção das zonas ripárias nos Estados Unidos. Para esse autor, as zonas ripárias tendem a reduzir a quantidade de sedimentos, nutrientes, e outros contaminantes que seriam livremente carregados aos corpos de água, melhorando a qualidade da água do corpo receptor e conseqüentemente reduzindo os custos de tratamento para abastecimento público. Além disso, quando bem preservadas, essas faixas de proteção proporcionam o desenvolvimento de atividades recreacionais podendo-se citar: pesca esportiva, caça e observação da vida selvagem.

BREN (2000) citado por SILVA (2003) desenvolveu e aplicou respectivamente uma metodologia para estimativa das faixas ripárias. Essa metodologia consiste em estabelecer a largura da faixa ripária como uma porcentagem da área de contribuição para um determinado trecho do rio. Conclui que larguras constantes de faixas ripárias tendem a sub-proteger as nascentes dos rios e sobre-proteger os rios de maior ordem.

SILVA (2003) comparou diferentes metodologias na determinação das funções das zonas ripárias, apresentando as faixas estimadas pelos estudos pesquisados classificando-as em oito itens (

Figura 1).

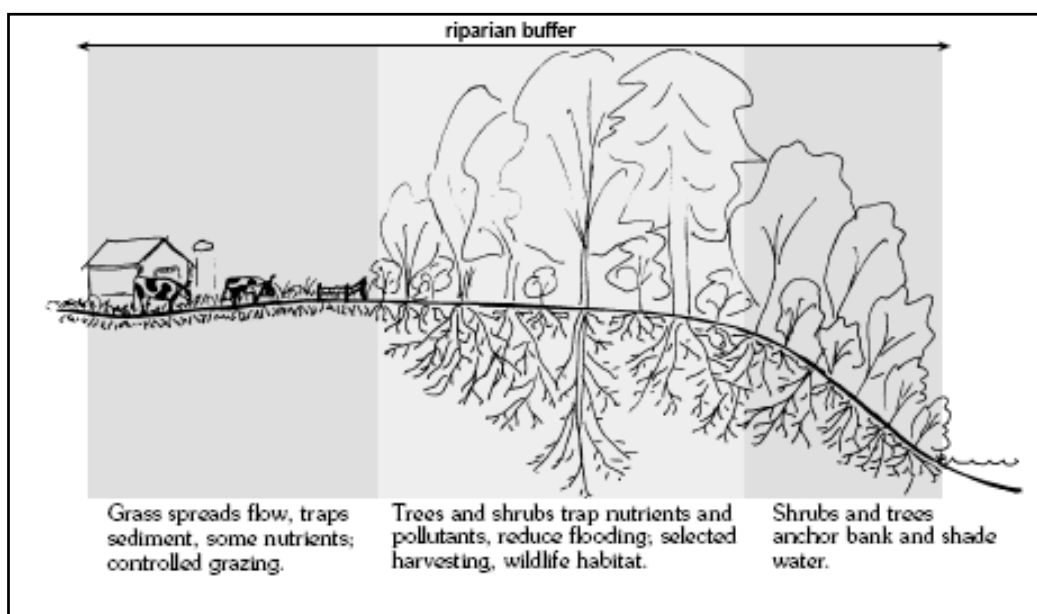


**Figura 1:** Faixas de proteção de acordo as suas funções desempenhadas

**Fonte:** SILVA (2003).

O autor concluiu que uma metodologia ideal para a definição das faixas de proteção é aquela que considera vários fatores relacionados às funções da vegetação ciliar, devendo-se considerar o maior número de fenômenos possíveis (Escoamento superficial e sub-superficial, transporte e deposição de sedimentos, ciclo de nutrientes, crescimento da vegetação, infiltração, evapotranspiração).

A CRJC (1998) elaborou uma cartilha explicativa destinada aos produtores agrícolas que possuem encostas de rio instáveis situadas ao longo do Rio Connecticut, EUA. Nela, exemplifica 3 maneiras diferentes de restaurar as zonas ripárias indicando para cada uma delas, as larguras de faixas de proteção, o tipo de vegetação a ser empregada, as formas de manejo da área e os possíveis benefícios a serem obtidos com a restauração. Segundo essa cartilha, a opção que proporciona os melhores resultados na retenção de nutrientes, poluentes e sedimentos deve dividir a zona ripária em três zonas distintas (Figura 2).



**Figura 2:** Faixa de proteção dividida em zonas para fins de conservação do solo e melhor aproveitamento da produção agrícola.

**Fonte:** CRJC, disponível em <http://www.crjc.org/buffers> (2008)

Zona 1: Destinada à pastagem controlada e vegetação rasteira.

Zona 2: Plantio de árvores nativas e arbustos na faixa de proteção considerada.

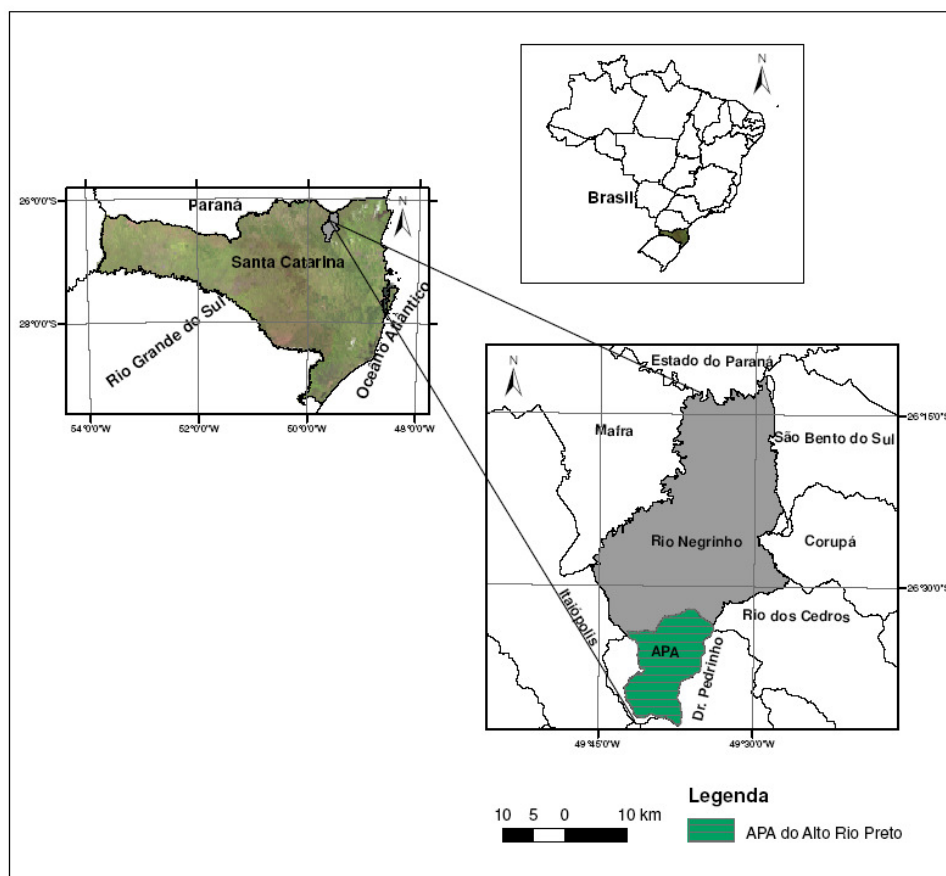
Zona 3: Plantio de árvores nativas e arbustos nas encostas do corpo hídrico.



## 5 MEDOLOGIA

### 5.1 Caracterização da Área de Estudo:

A área de estudo é a APA do Alto Rio Preto, localizada na região norte do Estado de Santa Catarina, nas latitudes  $26^{\circ} 32'S$  a  $26^{\circ} 42'S$  e longitudes  $49^{\circ} 42'W$  a  $49^{\circ} 33'W$ . A área está inserida dentro do município de Rio Negrinho-SC e faz divisa com os municípios catarinenses de Doutor Pedrinho, a Sudeste e, Itaiópolis e Mafra a Oeste (Figura 3).



**Figura 3:** Localização da APA do Alto Rio Preto, Rio Negrinho – SC.

A APA foi criada pela lei municipal no 1.095 de 1996, possuindo uma área inicial de 16.000,00 ha. A criação da APA foi uma estratégia de preservação dos recursos naturais locais, focada nos seguintes objetivos: i) proteger o conjunto de ecossistemas que compõem a Represa de Volta Grande tendo em vista a manutenção da qualidade de água; ii) harmonizar o desenvolvimento sócio-econômico com as necessidades de conservação da área; iii) incentivar o desenvolvimento regional integrado; iv) fomentar o uso sustentado dos recursos naturais, do turismo ecológico, a educação ambiental e a recreação não-destrutiva (RIO NEGRINHO, 2000).

A partir do ano de 2006, seus limites foram revogados por meio da criação da lei municipal nº 1.895. Segundo documento interno da Secretaria de Planejamento Ambiental e Urbano de Rio Negrinho essa revogação visou compensar o recuo do limite norte da APA através da incorporação da área do distrito de Águas Claras, após a anexação desse distrito ao município de Rio Negrinho pela Lei Estadual nº 11.340 de 2000, que anteriormente pertencia ao município de Mafra. Isso porque, percebeu-se que essa área é uma unidade fundamental para o planejamento da região, já que seus limites correspondem ao divisor de águas situado a oeste da Represa de Volta Grande, completando o entorno da bacia do rio Alto Rio Preto, que estava desprotegido antes da lei municipal nº 1.895 de 2006 (RIO NEGRINHO, 2007).

Desde a re-delimitação da APA no ano de 2006 sua área de influência passou a totalizar 15.485,84 ha, representando uma redução de sua área original de 0,03%.

### **5.1.1 Hidrografia**

Quanto à hidrografia o limite geográfico da APA do Alto Rio Preto é também o divisor de águas da bacia hidrográfica do Rio Preto e drena as suas águas para a sub-bacia do Rio Negro Catarinense. Este sistema de drenagem está situado na vertente continental norte de Santa Catarina contribuindo para a formação do Rio Iguaçu, sendo o rio Negro um dos principais afluentes. A Bacia do Rio Iguaçu, por sua vez, deságua na região hidrográfica do Paraná (DALAGNOL, 1999).

### **5.1.2 Clima**

O clima da região do Planalto Norte Catarinense é classificado como Cfb, Segundo Köppen, isto é, do tipo temperado constantemente úmido, com verão fresco, sem estação seca definida. A temperatura média anual varia de 15,5°C a 17,0°C. No mês mais quente (janeiro), a temperatura média oscila de 20°C a 22°C e no mês de julho (mês mais frio), a temperatura média varia de 12°C a 14°C. Existe a ocorrência de geadas, com probabilidade de até 10% em pontos de cotas mais elevadas (EPAGRI/CIRAM, 2008).

A precipitação total anual pode variar de 1.360 a 1.670 mm em função da formação topográfica, afetar a circulação das massas de ar. Nos municípios de Rio Negrinho e Mafra, o total anual de dias de chuva varia entre 100 e 120 mm no primeiro e entre 120 e

140 mm no segundo. A umidade relativa do ar pode variar de 80 a 86,2% e o total anual de insolação é de 2000 a 2200 horas. Na região, em média, a capacidade de retenção do solo corresponde a 75 mm, os excedentes hídricos anuais podem variar de 300 a 600 mm e não ocorrem deficiências hídricas (EPAGRI/CIRAM, 2008).

### **5.1.3 Geologia**

O substrato do município de Rio Negrinho é formado por rochas sedimentares pertencentes aos Grupos Itararé e Guatá, do Sub-Grupo Tubarão.

O grupo Itararé, compreende o pacote de sedimentos formado por rochas originadas em ambiente Glacial e Periglacial, que se estendeu do Carbonífero Superior ao Permiano Inferior (433 a 225 milhões de anos) e é representado pelas seguintes Formações: Campo do Tenente, Mafra e Rio do Sul (EMBRAPA, 1999)

A Formação Campo do Tenente representa uma seqüência glacial e fluvio-glacial, constituída predominantemente de argilitos castanho-avermelhados, ritmitos e diamictos com matriz arenosa e arenitos finos e médios. A área aflorante restringe-se a uma pequena faixa do município de São Bento do Sul.

A Formação Rio do Sul, em Santa Catarina, é constituída na parte inferior por folhelhos e argilitos cinza-escuros. Na parte superior aparecem diamictos acinzentados, com matriz arenosa, intercalados com arenitos. Estes, por sua vez, estão recobertos por argilitos, folhelhos várlicos, ritmitos, e siltitos (EMBRAPA, 1999).

O grupo Guatá é representado pela Formação Rio Bonito, apresentando depósitos litorâneos e flúvio-deltaicos, compostos por arenitos finos a muito finos, escuros, intercalados com argilitos e folhelhos carbonosos (SILVA e BORTOLUZZI, 1987).

Essas formações são constituídas por rochas sedimentares muito friáveis, que juntamente com as condições climáticas, deram origem a um relevo colinoso, com pequena amplitude altimétrica resultante de um modelado de dissecação fluvial homogênea, denominado Unidade Geomorfológica Patamar de Mafra (ROSA e HERMANN, 1996). Na área de estudo predomina a formação geológica sedimentar.

#### 5.1.4 Vegetação Original

A APA está situada na região de predominância da floresta de araucária ou dos pinhais também denominada por KLEIN (1978) como Floresta Ombrófila Mista que se caracteriza por apresentar como espécie dominante o pinheiro brasileiro (*Araucaria angustifolia*). Essa vegetação não constitui uma formação homogênea e contínua, mas é formada por diversos tipos de submatas, constituídas por árvores características nas diferentes áreas de recorrência. Segundo KLEIN (1978) no estrato das florestas da submata predominam a imbuia (*Ocotea porosa*) e a Sapopema (*Sloanea lasicoma*). Já na sinusita das árvores predomina a erva-mate (*Ilex paraguriensis*). Essas características imprimem um facies próprio à mata dos pinhais dessa região do Estado de Santa Catarina.

A cobertura vegetal da região está inserida na transição entre as unidades fitogeográficas da Floresta Ombrófila Mista (floresta com araucária) e Floresta Ombrófila Densa (floresta atlântica), ambas constituintes do bioma Mata Atlântica. A cobertura original da região foi na sua maior parte descaracterizada pela ação antrópica, que desde a colonização vinha sendo feita, principalmente, pela exploração das florestas para extração de madeiras, bem como pela implantação de cultivos anuais e pelas pastagens, para a criação extensiva de gado bovino (SANTA CATARINA, 1986).

A paisagem atual dessa região encontra-se bastante fragmentada, em função do plantio de *Pinus* sp, que é a unidade dominante da paisagem atual (matriz), apresentando poucos e pequenos fragmentos de Floresta Ombrófila Mista, alguns conectados a corredores ciliares remanescentes e outros isolados na paisagem.

A Floresta Ombrófila Mista ocorre, geralmente, em altitudes superiores a 500m, onde as chuvas são bem distribuídas ao longo do ano, sem períodos de seca e com temperatura média anual amena, com quatro a seis meses de frio (temperatura média de 15°C) e, com no máximo seis meses quentes (temperatura média de 20°C). Esta formação apresenta como característica a resistência ao frio, pela sua coloração ser mais clara e por serem mais ralas e menos exuberantes, em relação às Florestas Tropicais. A composição florística é fortemente influenciada pelas baixas temperaturas e pela ocorrência de geadas no inverno (RODERJAN *et al.*, 2002; SANTA CATARINA, 1986; EMBRAPA, 2004).

A Floresta Ombrófila Mista é a unidade fitoecológica na qual se contempla a coexistência de representantes das floras tropical e temperada, em marcada relevância de elementos Coniferales e Laurales, onde domina *Araucaria angustifolia* (Bertol). Essa

compreende as formações florestais típicas dos planaltos da região Sul do Brasil, são predominantemente entre 800 e 1200m de altitude, podendo, eventualmente, ocorrer acima desses limites (RODERJAN et al., 2002).

A Floresta Ombrófila Mista pode ser subdividida em relação ao aspecto fisionômico em Floresta Submontana, Montana e Altomontana. Sendo que, na região de estudo há predominância da Floresta Montana, com poucos trechos de Altomontana, que devido à intensa exploração agrícola da floresta primária restam apenas alguns remanescentes. É constituída por três estratos, sendo o superior composto por araucária (*Araucaria angustifolia*), imbuia (*Ocotea porosa*), canela amarela (*Nectandra lanceolata*), canela sassafrás (*Ocotea odorifera*), cedro (*Cedrella fissilis*) e outras espécies folhosas de grande porte; o médio estrato é formado por podocarpus (*Podocarpus latifolius*), erva-mate (*Ilex paraguariensis*), bracatinga (*Mimosa scabrella*) entre outras. No estrato inferior são comuns as gramíneas cespitosas (ex. *Merostachys*); arbustos; samambaias; fetos arborescentes como o xaxim (*Dicksonia sp*), taquaras (RODERJAN et al., 2002; KLEIN, 1978). Destas encontra-se na lista de extinção a araucária, a canela sassafrás, a imbuia e o xaxim.

Na região, atualmente, a cobertura vegetal predominante é de floresta secundária em estágio avançado de regeneração, devido ao corte seletivo de araucária (*Araucaria angustifolia*), imbuia (*Ocotea porosa*) e cedro (*Cedrella fissilis*) e ao corte raso, que ocorreram nas décadas de 1960 e 1970. Nessa época a cobertura original foi substituída por cultivos anuais, pastagens e para implantação de florestas plantadas com espécies exóticas, como o pinus (*Pinus taeda*).

Hoje, a economia da região é movida pelo reflorestamento de pinus que abastece principalmente a indústria moveleira da região (RIO NEGRINHO, 2006).

### **5.1.5 Relevô**

A APA do Alto Rio Preto situa-se numa região de amplitude altimétrica máxima de 200m, que varia entre 850m a 1050m, estando as altitudes superiores localizadas nas cabeceiras da bacia hidrográfica do Alto Rio Preto. Esta pequena amplitude caracteriza uma superfície irregular quase plana, de baixa energia de relevô que não apresenta formas rigorosas (WEGNER, 2000).



### 5.1.6 Solos

A partir do mapa de solos elaborado pela unidade de planejamento do planalto norte Catarinense EPAGRI/CIRAM (2002), foi possível quantificar e identificar a existência de 3 grupos pedológicos principais na área de estudo: Cambissolo, Nitossolo e Neossolo.

O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, EMBRAPA (2006) estabelece as seguintes bases e critérios na definição e conceituação dessas classes (Quadro 4).

**Quadro 4:** Bases e critérios envolvidos na conceituação e definição de solos.

Grupo	Descrição Geral	Base	Critério	Características
<b>Cambissolo</b>	Grupamento de Solos pouco desenvolvido com horizonte B incipiente	Pedogênese pouco avançada evidenciada pelo desenvolvimento da estrutura do solo, alteração do material de origem expressa pela quase ausência da estrutura da rocha ou da estratificação de sedimentos, croma mais alto, matizes mais avermelhados ou conteúdo de argila mais elevados que os horizontes subjacentes.	Desenvolvimento de Horizonte B incipiente em seqüência a horizonte superficial de qualquer natureza, inclusive o horizonte A chernozêmico, quando o B incipiente deverá apresentar argila de atividade baixa e, ou, saturação por bases baixa.	Devido à heterogeneidade do material de origem, das formas de relevo e das condições climáticas, as características desse solo variam muito de um local para outro. Assim a classe se comporta desde solo fortemente até imperfeitamente drenados e de rasos a profundos.
<b>Nitossolo</b>	Grupamento de solos com horizonte B nítico, com argila de atividade baixa ou caráter alítico	Avançada evolução pedogenética pela atuação da ferratização com intensa hidrólise, originando composição caulínica-oxídica ou virtualmente caulínica, ou com Hidroxi-Al entre camadas	Desenvolvimento de horizonte diagnóstico B nítico, em seqüência a qualquer tipo de solo A, com pequeno gradiente textural, porém apresentando estrutura em blocos subglanulares ou angulares, ou prismática, de grau moderado ou forte, com cerosidade expressiva nas unidades estruturais.	Compreendem solos constituídos por material mineral, textura argilosa ou muito argilosa, estrutura em blocos glanulares a subglanulares ou angulares ou prismática, de grau moderado a forte, com cerosidade expressiva nas superfícies dos agregados.
<b>Neossolo</b>	Grupamento de solos pouco evoluídos, sem horizonte B diagnóstico definido.	Solos em via de formação, seja pela reduzida atuação dos processos pedogenéticos ou características inerentes ao material originário.	Insuficiência de expressão dos atributos diagnósticos que caracterizam os diversos processos de formação. Exígua diferenciação de horizontes, com individualização de horizonte A seguido de C ou R. Predomínio de características herdadas do material originário	São solos pouco espessos que não apresentam alterações expressivas em relação ao material originário, seja em função das características do próprio material de origem ou por influência do clima, relevo e tempo.

**Fonte:** Adaptado de EMBRAPA (1999).

## 5.2 Materiais

- Base cartográfica gerada a partir da restituição efetuada em 2006, da cidade de Rio Negrinho, cedidas pela Prefeitura Municipal de Rio Negrinho. Escala 1:10.000.
- Imagens do satélite Landsat/TM5, referentes às órbitas/ponto 220/78, 221/78 e 220/79, com data de julho de 2007.
- GPS Garmin modelo GPSMAP 76CSX.
- Software ArcGis versão 9.2.
- Software IDRISI Andes versão 15.
- Mapa de Solos da Unidade de Planejamento Regional do Planalto Norte Catarinense, EPAGRI-CIRAM, 2002, escala 1: 250.000.

## 5.3 Método

Como plano de informação inicial foi utilizada a base de dados cartográficos em escala 1:10.000, do município de Rio Negrinho, cedida pela Prefeitura Municipal em 2006 para serem utilizadas nos projetos de pesquisas realizados em convênio com a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). A base de dados é formada por 11 ortofotocartas digitais (correspondentes aos números 26 a 27 e 29 a 37) que compõem a área de estudo, (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

Estas bases contém informações referentes ao levantamento aerofotogramétrico como: vegetação, topografia, hidrografia e sistema viário existentes da região de estudo.

### 5.3.1 Arranjo da Base Cartográfica.

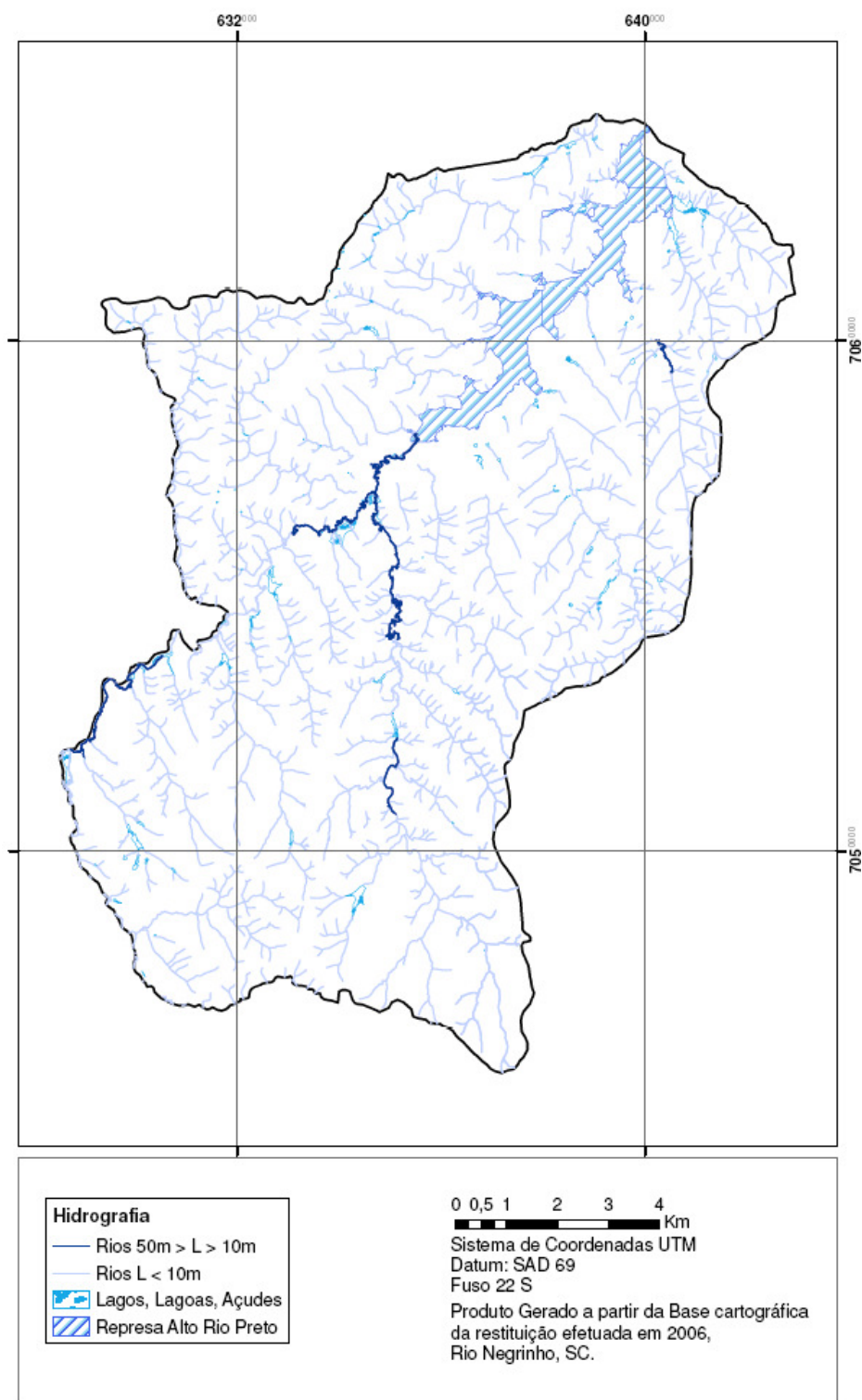
Num primeiro momento, foi feita uma aferição e correção do limite da APA existente, perfazendo o seu traçado de forma mais condizente com as descrições do seu decreto de criação.

Após a correção foi feita foi realizada a união das 10 ortofotocartas digitais (cartas número 25 a 27 e 29 a 37) para cada um dos planos de informação (PI's) utilizados. (hidrografia, topografia, sistema viário).

Os planos de informação deste trabalho foram elaborados adotando-se o sistema de coordenadas UTM (Universal Transversal Mercator), zona 22S, correspondente ao meridiano central  $-51^{\circ}$ , e *Datum* de referência SAD-69.

Neste estudo foram levantados os seguintes planos de informação:

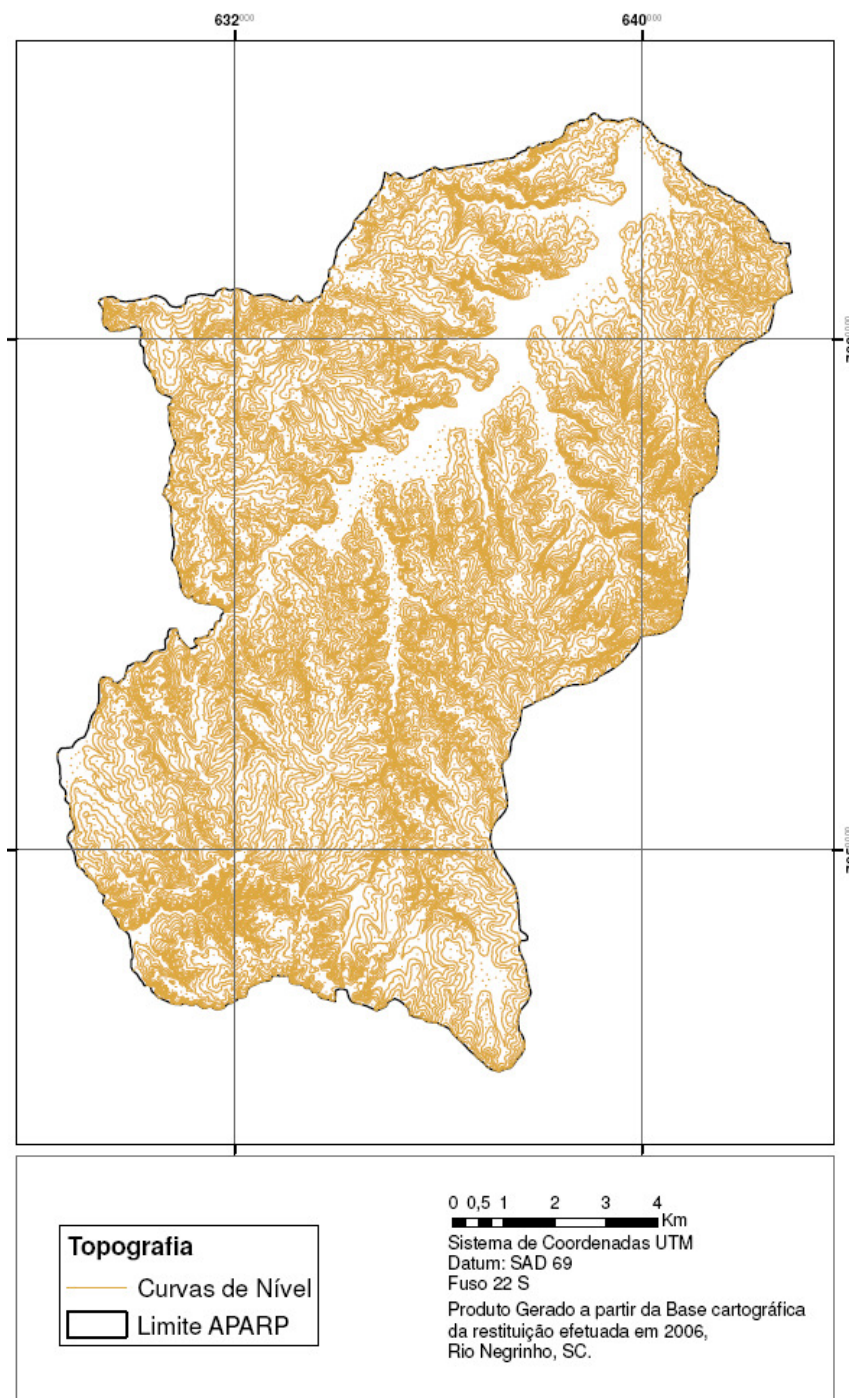
• **PI Hidrografia:** Esse plano de informação foi extraído da base cartográfica que contém os cursos de água existentes na área de estudo (Figura 4).



**Figura 4.** Plano de Informação Hidrografia

**Fonte:** Base cartográfica gerada a partir da restituição efetuada em 2006, da cidade de Rio Negrinho, cedidas pela Prefeitura Municipal de Rio Negrinho.

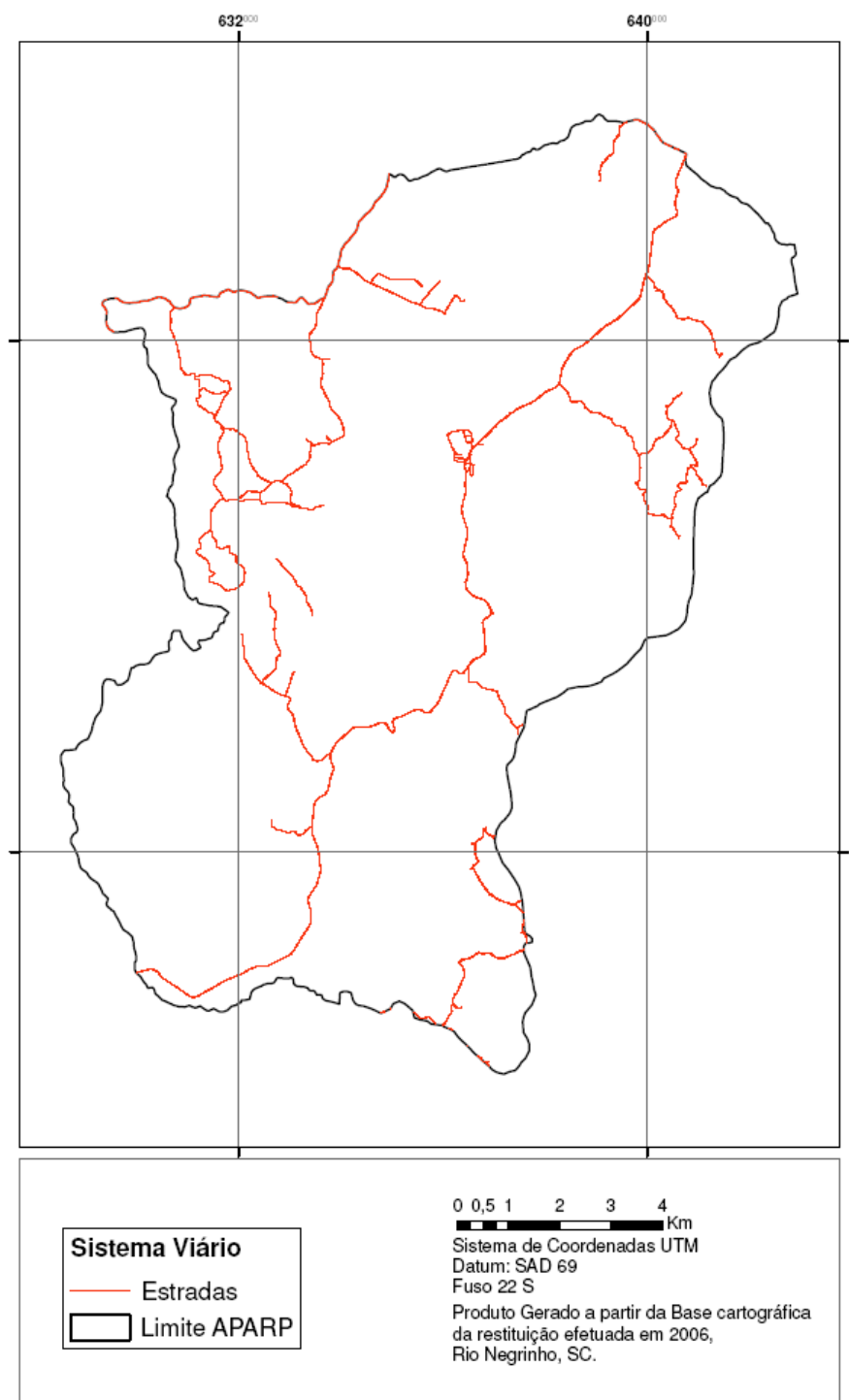
• **PI Topografia:** Este plano de informação foi extraído da base cartográfica e contém as curvas de nível espaçadas de 10 em 10m e os pontos cotados (Figura 5).



**Figura 5.** Plano de Informação Topografia

**Fonte:** Base cartográfica gerada a partir da restituição efetuada em 2006, da cidade de Rio Negrinho, cedidas pela Prefeitura Municipal de Rio Negrinho.

- **PI Sistema Viário:** Este plano de informação foi definido através da união da rede viária existente na base das 10 aerofotocartas (Figura 6).



**Figura 6.** Plano de Informação Sistema Viário.

**Fonte:** Base cartográfica gerada a partir da restituição efetuada em 2006, da cidade de Rio Negrinho, cedidas pela Prefeitura Municipal de Rio Negrinho.

### • Mapas em formato Raster:

Para os planos de informação referentes ao modelo digital de elevação (MDE), de declividade, solos, áreas de preservação permanente, gerados no formato matricial adotou-se uma resolução espacial de 5 x 5 m .

#### **5.3.2 Elaboração do plano de informação de Áreas de Preservação Permanente (APP) referentes aos recursos hídricos.**

Visando determinar as zonas ripárias situadas ao longo dos rios e córregos (cursos de água lóticos) indicadas como Áreas de Preservação Permanente (APP) no código florestal vigente (lei no 4.771 e suas alterações), foi utilizada a base cartográfica digital em escala 1:10.000 de onde foram obtidas as drenagens da APA.

Na faixa marginal ao longo dos rios, nascentes e lagos (artificiais e naturais), utilizou-se o plano de informação contendo as drenagens da área de estudo, onde foram determinadas as áreas de entorno dos corpos de água com largura correspondente ao que preconiza o código florestal (Quadro 5).

A determinação das faixas de proteção situadas ao longo de lagos, lagoas e reservatórios naturais (cursos de água lênticos) foi feita por meio de um algoritmo do SIG que determina uma área em torno (faixa de proteção) de um atributo de interesse (drenagem) a partir de uma distância estabelecida. Dessa forma, foi possível determinar a área de superfície de lâmina d água de cada um dos cursos de água lênticos e comparar os resultados com as determinações da resolução CONAMA nº 303 (2002).

Devido à inexistência de comitê de bacia hidrográfica na área de estudo (Resolução CONAMA nº 302), as faixas de proteção referentes aos reservatórios artificiais (no qual inclui-se a Represa do Alto Rio Preto), foram definidas tomando-se como referência os mesmos critérios adotados para os corpos de águas lênticos naturais.

A análise permitiu estabelecer as faixas de proteção referentes às classes de corpos hídricos existentes na área de estudo (Quadro 5).

Para determinação das principais nascentes dos rios, da APA de Rio Preto, foram digitalizados pontos nas extremidades de cada rio e determinado um raio de 50m de distância (CONAMA, 2002). Assim, obteve-se uma área circular em torno (área de proteção) das principais nascentes encontradas na APA.

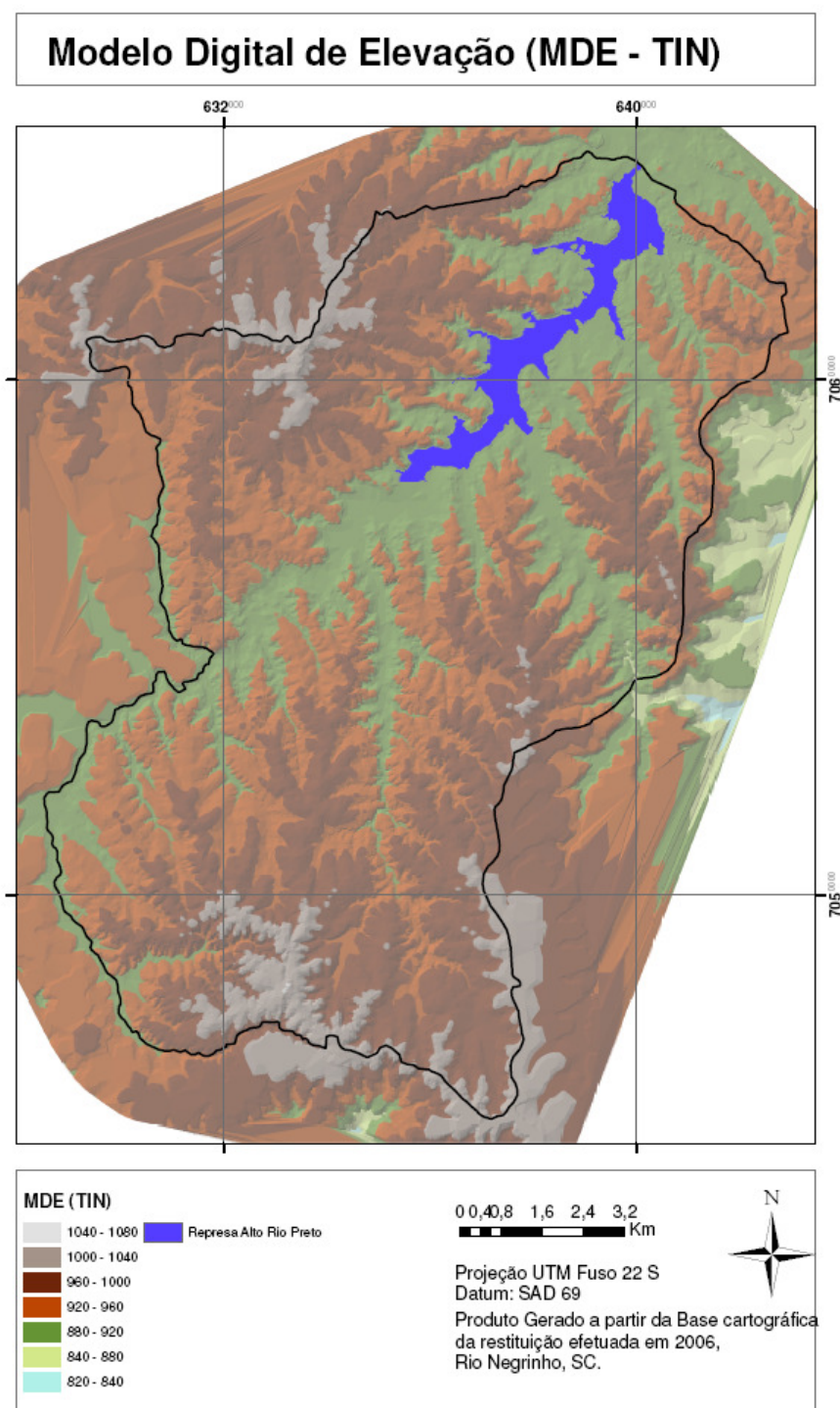
**Quadro 5:** Faixas de proteção dos cursos de água

Classe dos corpos hídricos		Determinação da lâmina de água e da largura do rio por fotointerpretação e SIG	Faixa de Proteção necessária (zonas ripárias ou APPS),
Nascentes		-	50m
Cursos de água lênticos	Lagos, lagoas, açudes	Área < 200 hectares	30m
	Represa do Alto Rio Preto	Área > 200 hectares	100m
Cursos de água lóticos	Rios e córregos	Largura do perfil <10m	30m
	Rios	Largura do perfil (10-50m)	50m

**Fonte:** \* Código Florestal - Lei nº 7.803 de 18/07/89  
 \*\* Resolução CONAMA nº 303 20/03/2002



### 5.3.3 Modelo Digital de Elevação (MDE)

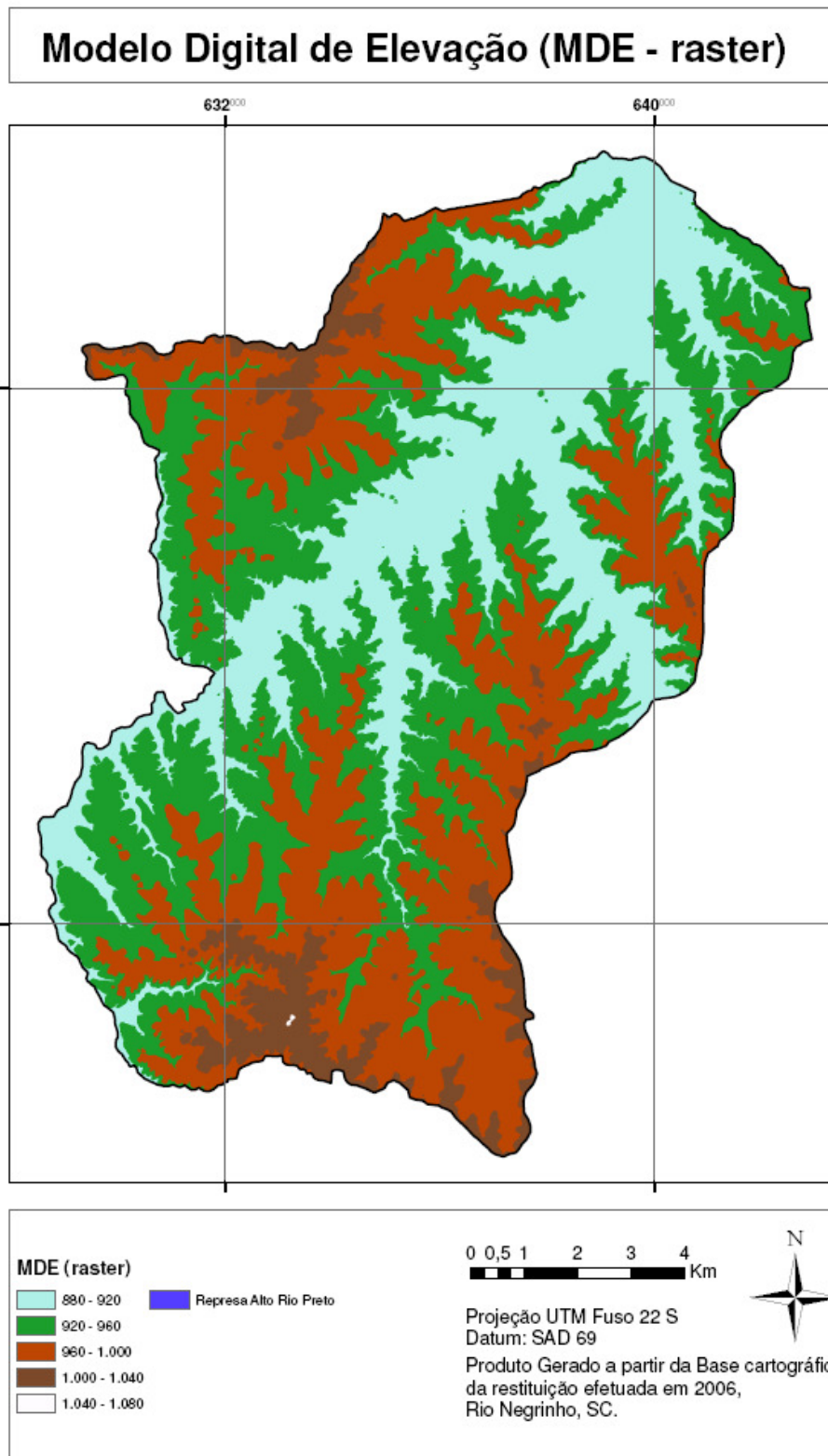


**Figura 7.** Modelo Digital de Elevação da APA.

Para a representação do relevo da APA do Alto Rio Preto, foi gerado um modelo digital de elevação utilizando o método de Redes Triangular Irregular (TIN - *Triangular Irregular Network*), baseado no critério de Delaunay (Figura 7). Esse método é utilizado para representar modelos de estruturas contínuas (matrizes), também conhecidas por modelo digital de elevação (MDE), a partir de dados vetoriais de curvas de nível e pontos cotados (PI Topografia). Para isso, foi feita uma interpolação das isolinhas considerando as cotas com equidistância vertical de 10 m e pontos cotados (em formato vetorial).

A partir do TIN foi elaborado o MDE com uma resolução de células de 5 m, por meio do algoritmo que transforma dados vetoriais em matriciais, disponibilizado no SIG ArcGis 9.2. Como resultado obteve-se o MDE da APA do Alto Rio Preto (Figura 8).

Dessa forma, observa-se na Figura 9 que as maiores altitudes representam o divisor de águas da bacia do alto Rio Preto, estando mais expressivas nas região sul e noroeste da APA sempre acompanhando os limites da mesma.



**Figura 8.** Modelo digital de elevação da APA do Alto Rio Preto.

### 5.3.4 Plano de Informação Declividade

Segundo Lepsch (1983) a topografia do terreno, especialmente a declividade é um dos principais condicionantes necessários à elaboração dos estudos de avaliação de capacidade de uso das terras.

A partir do MDE, foi gerada uma imagem matricial para o plano de informação declividade, em porcentagem, no SIG, onde as classes foram agrupadas em intervalos de acordo com a classificação das terras no sistema de capacidade de uso do solo, para fins de conservação (Tabela 1):

**Tabela 1.** Classes de Declividade no Sistema de Capacidade de Uso

Classes de Declividade	
Intervalo	Relevo
0-2%	Plano
2-5%	Suave Ondulado
5-15%	Ondulado
15-45%	Forte Ondulado
45-75%	Montanhoso
> 75%	Escarpado

**Fonte:** Adaptado de Lepsch (1983).

Visando aprimorar o resultado das classes de declividade foi aplicada, no SIG, uma técnica digital de processamento de imagens usando um filtro de pixel. Nessa técnica, o filtro é aplicado sobre infinitas matrizes de 3 X 3 células (pixels). À medida que o filtro passa pela matriz define o valor do centro como uma média ponderada entre as células externas da matriz. Dessa forma, corrigiram-se valores de pixel inconsistentes tendo-se valores das classes de declividade mais uniformes.

### 5.3.5 Plano de Informação de Solos

A geração do mapa de solos foi feita aplicando-se a ferramenta “clip” no SIG do mapa de solos elaborado pela unidade de planejamento do planalto norte Catarinense EPAGRI-CIRAM (2002) sobre o limite da APA do Alto Rio Preto. Numa segunda etapa, o mapa vetorial gerado foi convertido para o formato *raster*, passando a compor o mapa de solos da APA.

### 5.3.6 Capacidade de Uso da Terra

O mapa de capacidade de uso das terras foi obtido a partir da combinação feita entre o mapa de solos com o de declividade. Essa combinação foi realizada por meio de uma álgebra de mapas somando-se os dois mapas e reclassificando o mapa final de acordo com os critérios do sistema de capacidade de uso.

Assim, com base nas características dos solos, na metodologia proposta por Lepsch (1983) e no relevo da região, foi feita a determinação das classes, subclasses e unidades de capacidade de uso da APA, (

Quadro 6).

**Quadro 6.** Determinação das classes de Capacidade de Uso

Solos (Embrapa, 1999)	Características	Declividade (Lepsch, 1983)					
		0-2%	2-5%	5-10%	15-45%	45-75%	> 75%
		Plano	Suave Ondulado	Ondulado	Forte Ondulado	Montanhoso	Escarpado
<b>Cx - Cambissolos Háplicos</b>	Características muito variáveis de acordo com a forma do relevo, clima e material de origem. Possui limitação referente à deficiência nutricional. Em relevos favoráveis declividade (0-10%), há um alto potencial para culturas anuais.	II-s	II-s	III-s,e	VI-s,e	VII-s,e	VIII-s,e
<b>Nx - Nitossolo</b>	perfis de solo medianamente profundos, com pendentes curtas e forte pedregosidade. Nestas condições, os riscos de perdas de solo por erosão são severos, Há a possibilidade de presença de erosão por sulcos rasos muito frequentes e frequentes.	IV-s,e	IV-s,e	IV-s,e	VI-s,e	VII-s,e	VIII-s,e
<b>Rl - Neossolo</b>	Solos pouco evoluídos constituídos por material mineral, com menos de 20cm de espessura (pouco profundos). Sua evolução é impedida por fatores limitantes como o relevo.	VIII	VIII	VIII	VIII	VIII	VIII

**Fonte.** Adaptado de Lepsch (1983) e Embrapa (1999).

O mapa de capacidade de uso da terra foi combinado com mapa de APPs, por meio de uma operação de multiplicação. Na etapa seguinte, foi feita a espacialização das classes definidas pelos critérios estabelecidos no (

Quadro 6).

O código florestal brasileiro determina a incompatibilidade de utilização das áreas de APP para qualquer finalidade, devendo ser destinadas à preservação dos recursos naturais e à manutenção da vida silvestre. Levando-se em conta esses critérios, as áreas de APP foram reclassificadas no SIG, passando a incorporar a classe VIII no sistema de capacidade de uso das terras.

### **5.3.7 Mapa de Uso Atual do Solo**

Para a elaboração do mapa de uso do solo da Área de Proteção Ambiental (APA) do Rio Preto, foram utilizadas imagens do satélite Landsat/TM5, referentes às órbitas/ponto 220/78, 221/78 e 220/79, com data de julho de 2007.

As imagens de satélite, quando não corrigidas geometricamente, apresentam uma série de distorções espaciais (variações da altitude, posição, deslocamento devido ao relevo, instabilidade da plataforma que carrega os sensores, entre outros) não possuindo, portanto, uma precisão cartográfica quanto ao posicionamento dos objetos nelas representados. Isto significa que a posição de objetos presentes na imagem sem correção geométrica nem sempre pode ser considerada correta (CROSTA, 1992).

A correção geométrica consiste em reorganizar os *pixels* das imagens em relação a um sistema de projeção cartográfica de modo que assumam as propriedades de escala e de projeção de um mapa (NOVO, 2005; CROSTA, 1992; CENTENO, 2003).

Assim, a correção geométrica das imagens foi realizada por meio do processo de reamostragem dos *pixels*, empregando uma transformação baseada em pontos de controle (pontos de posição conhecida). Os pontos de controle foram obtidos a partir das cartas topográficas (escala 1:50.000, projeção UTM, DATUM SAD-69, Fuso 22S) que abrangem a área de estudo e por meio de GPS.

Para determinar o valor dos *pixels* da nova imagem, empregou-se o método de reamostragem por interpolação pelo vizinho mais próximo. Este método preserva o valor

do *pixel* original e é apropriado quando se pretende realizar uma classificação digital para a determinação do uso do solo (CROSTA, 1992; EASTMAN, 2006).

O erro médio para as três cenas utilizadas neste estudo foi de aproximadamente, 1,37 m, portanto aceitável para imagens com 30m de resolução, como é o caso das imagens Landsat/TM5. Desta forma, foram obtidas imagens georreferenciadas, convertidas para a projeção UTM.

A etapa seguinte consistiu na classificação automática das imagens para a obtenção do mapa de uso do solo. Para esse estudo foram definidas 6 classes de uso do solo:

- i) **Cultivos agrícolas:** Corresponde às áreas com diferentes tipos de culturas anuais.
- ii) **Pastagem:** a classe de pastagem contempla áreas de pastagem natural e pantada
- iii) **Reflorestamento:** corresponde às áreas com reflorestamento de espécies exóticas como, pinus e eucalipto.
- iv) **Vegetação Nativa:** nesta classe estão representadas as áreas com Floresta Ombrófila Mista nos diferentes estágios de crescimento e de regeneração.
- v) **Hidrografia:** representa os corpos de água em geral, como lagos naturais e artificiais, rios e córregos
- vi) **Solo Exposto:** essa classe abrange áreas de solo exposto, em época de preparo para o plantio e estradas.

A partir da definição das classes de uso do solo, foram coletadas amostras de treinamento (conjuntos de pixels) representativas de cada uma, por meio de digitalização em tela, sobre as imagens de satélite dos padrões de uso do solo. Em seguida, efetuou-se uma classificação automática utilizando o método de Máxima Verossimilhança. Este método descreve os valores dos *pixels* de uma amostra de treinamento por uma função de densidade de probabilidade. Assim, o classificador examina a probabilidade que um *pixel* tem de pertencer a uma determinada classe e o classifica na que tiver maior probabilidade (CROSTA, 1999).

### 5.3.8 Adequação de Uso das Terras

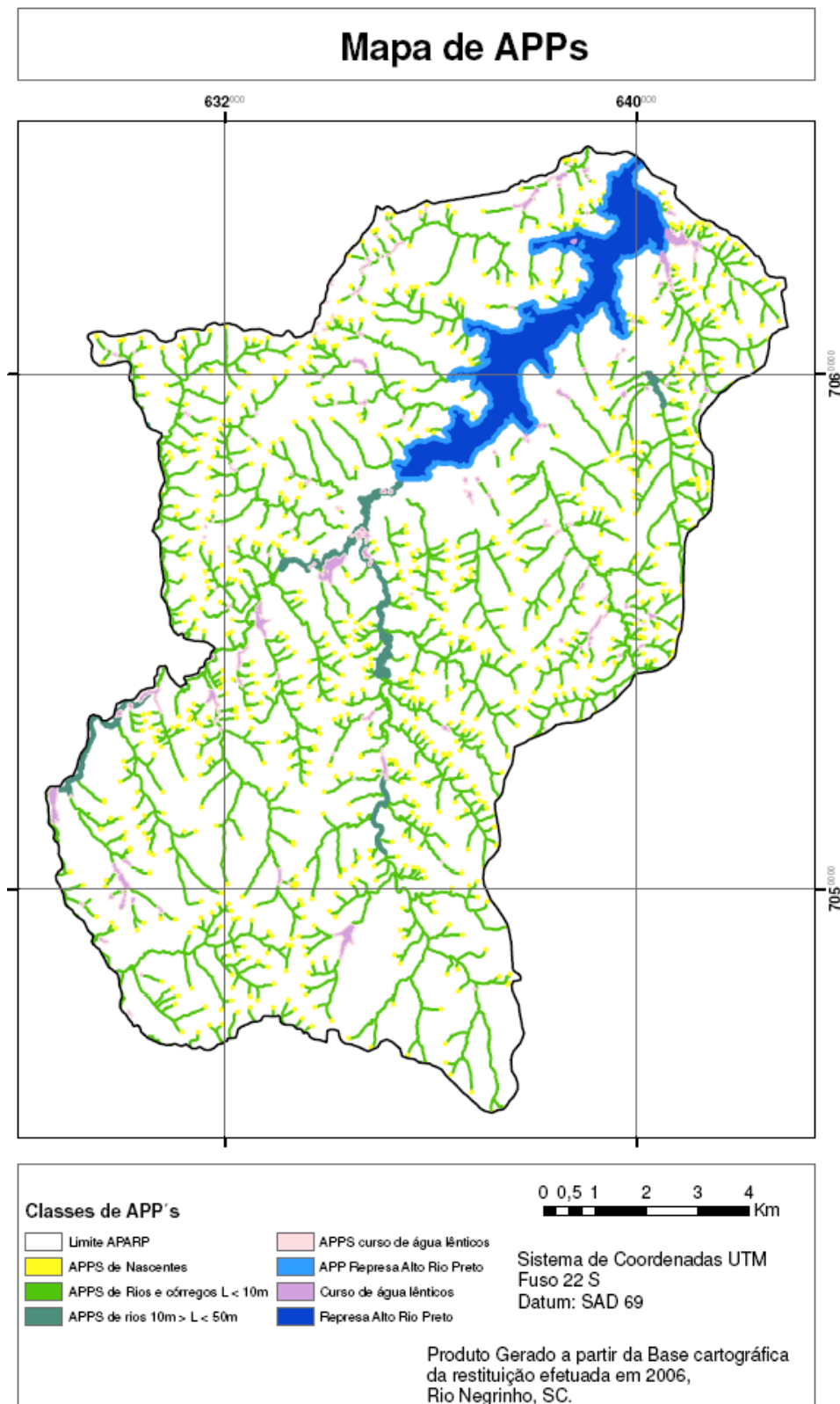
Primeiramente, foi feita a reamostragem dos pixels, no SIG, do PI Capacidade de uso. Assim, a imagem com resolução inicial de pixel de 5 X 5 m foi reamostrada para uma

resolução de pixel de 30 X 30 m. Para se conhecer a problemática da utilização das terras, foram cruzados os PIs de uso das terras e o PI de capacidade de uso estabelecidos para a APA, utilizando uma tabulação cruzada. A sobreposição foi executada através de tabulação cruzada pela função CROSSTAB do aplicativo Idrisi 15.0.



## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 6.1 Mapa das Áreas de Preservação Permanente (APPS):



**Figura 9.** Mapa de APPs relativas à proteção dos recursos hídricos da APA.

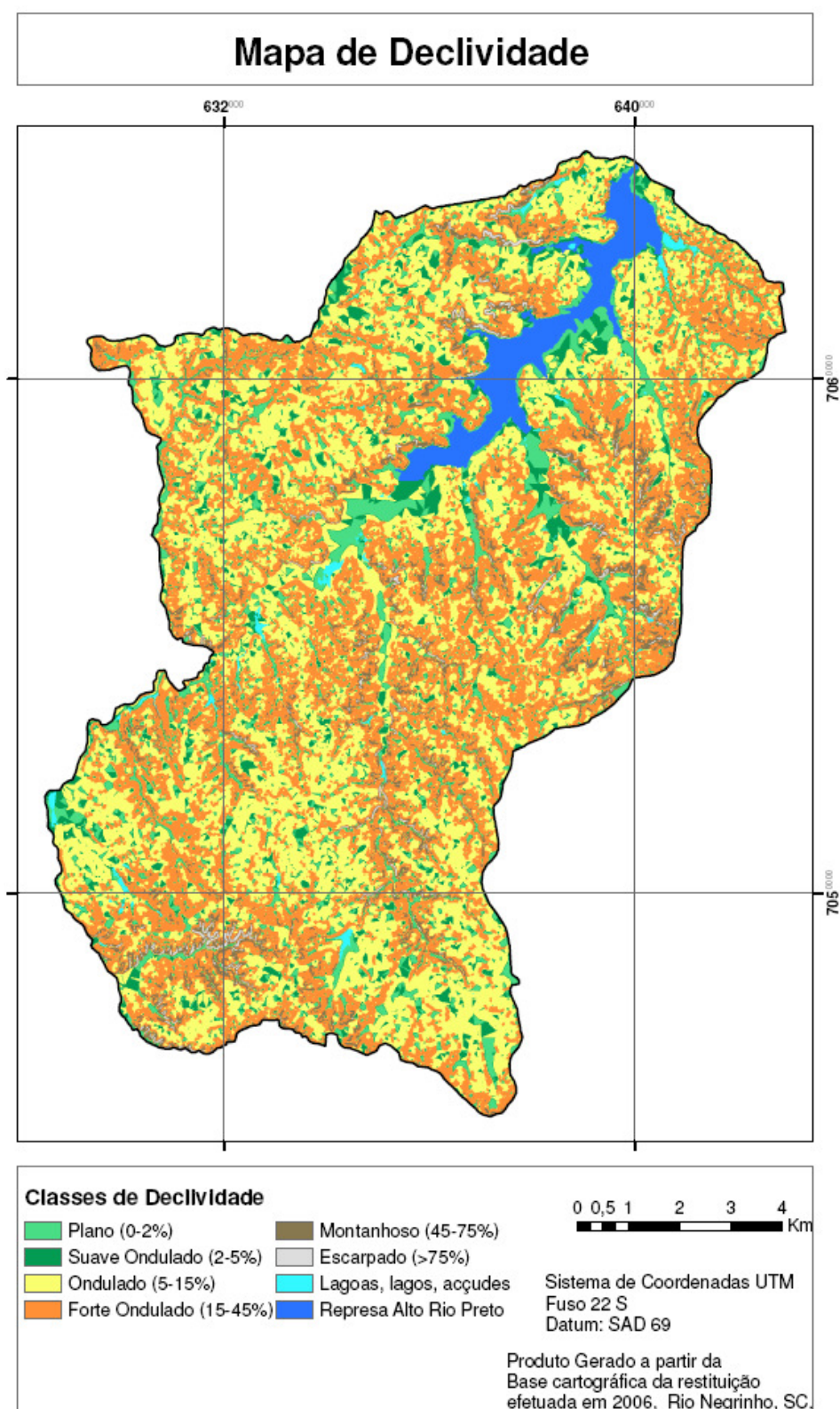
Com o mapeamento realizado, observou-se que dos 15.485,84 ha da área de estudo, 3.452,23 ha foram caracterizados como zonas ripárias ou áreas de APP destinadas à proteção dos recursos hídricos (Tabela 2). Essas áreas correspondem a 22,29 % da área total de estudo e segundo o código florestal devem ser protegidas.

A maior parte das áreas a serem protegidas são aquelas referentes aos corpos de água com largura inferior a 10m.

**Tabela 2.** Áreas de Preservação Permanente e respectivas áreas.

Áreas de Preservação Permanente	Área	
	(ha)	%
APPS de Nascentes	666,90	4,31
APPS de Rios L > 10m	2098,07	13,55
APPS de Rios 10m < L < 50m	154,44	1,00
APPS de Lagos, Lagoas, Açudes	206,90	1,34
APPS da Represa Alto Rio Preto	325,93	2,10
Total das APPS	3452,23	22,29
Área da Represa	496,78	3,21
Hidrografia (lagos, lagoas)	95,79	0,62
Outros	11441,04	73,88
Área Total	15485,84	100,00

## 6.2 Mapa de Declividade



**Figura 10.** Mapa de Declividade da APA do Alto Rio Preto

O Mapa de Declividade (Figura 10) apresenta 6 classes de declividade, conforme mostra a (Tabela 3).

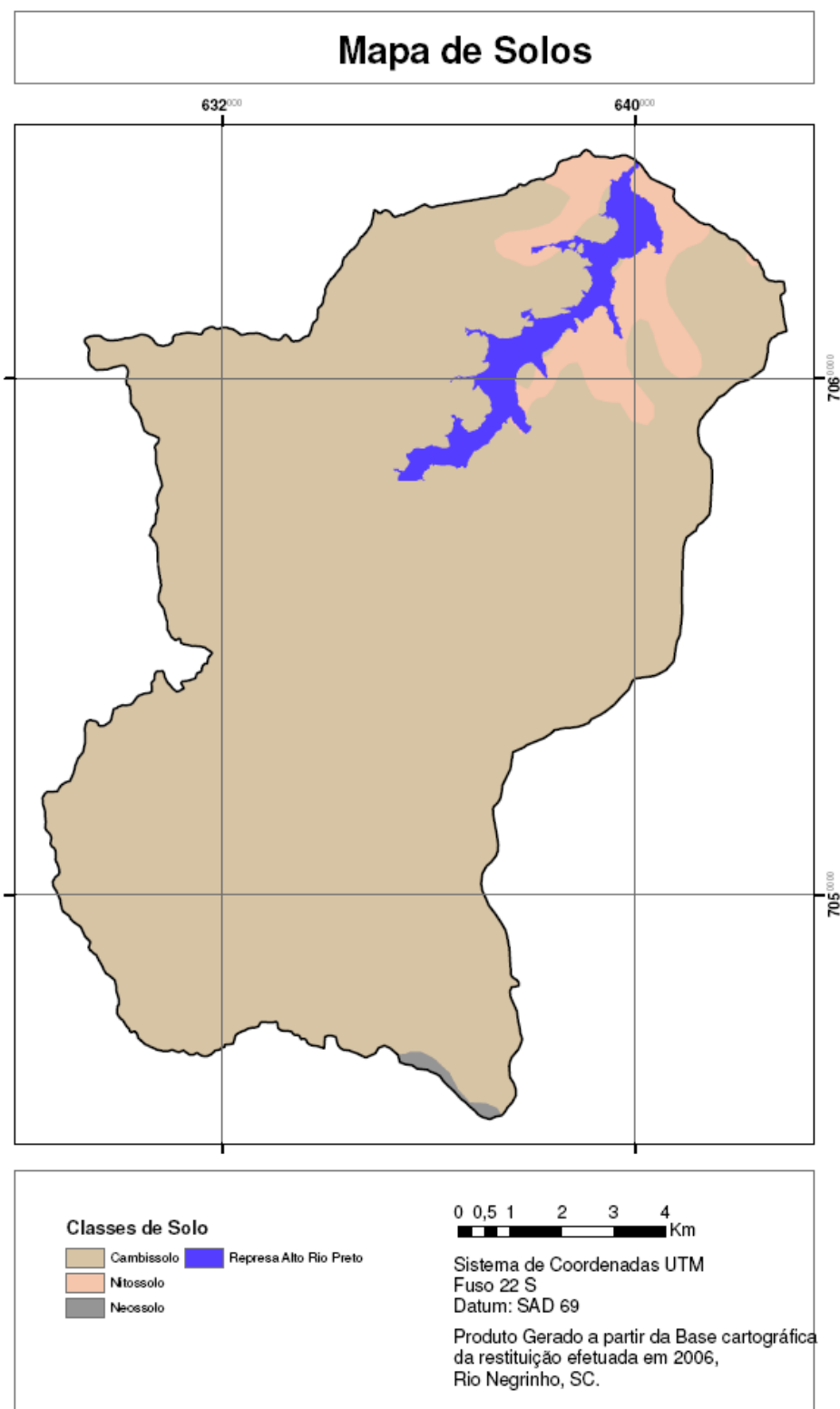
**Tabela 3.** Classes de Declividade e respectivas áreas

Classe de Declividade	Área	
	(ha)	%
Plano (0-2%)	1021,35	6,60
Suave Ondulado (2-5%)	1420,28	9,17
Ondulado (5-15%)	5939,93	38,36
Forte Ondulado (15-45%)	5685,04	36,71
Montanhoso (45-75%)	706,71	4,56
Escarpado (>75%)	119,98	0,77
Represa Alto Rio Preto	496,78	3,21
Lagos, lagoas, Açudes	95,79	0,62
Total	15485,84	100,00

A (Tabela 3) evidencia uma predominância de relevo Ondulado a Forte Ondulado. Essas áreas apresentam escoamento superficial muito rápido e, os solos são extremamente suscetíveis à erosão hídrica. No que tange à declividade, mais de 75% da área da APA apresenta limitações severas em função de potencial risco à erosão (e) e a aplicação de cultivos agrícolas na maior parte da área de estudo depende de adoção de práticas de manejo e controle da erosão complexas, tais como uso de cultivo em nível, terraceamento ou plantio direto.

As áreas de relevo ondulado e forte ondulado estão distribuídas por toda a área da APA. As áreas de relevo escarpado estão localizadas no extremo sul da APA e nas proximidades da represa do Alto Rio Preto.

### 6.3 Mapa de Solos



**Figura 11.** Mapa de solos da APA do Alto Rio Preto.

**Tabela 4.** Grupos de Solo e respectivas áreas.

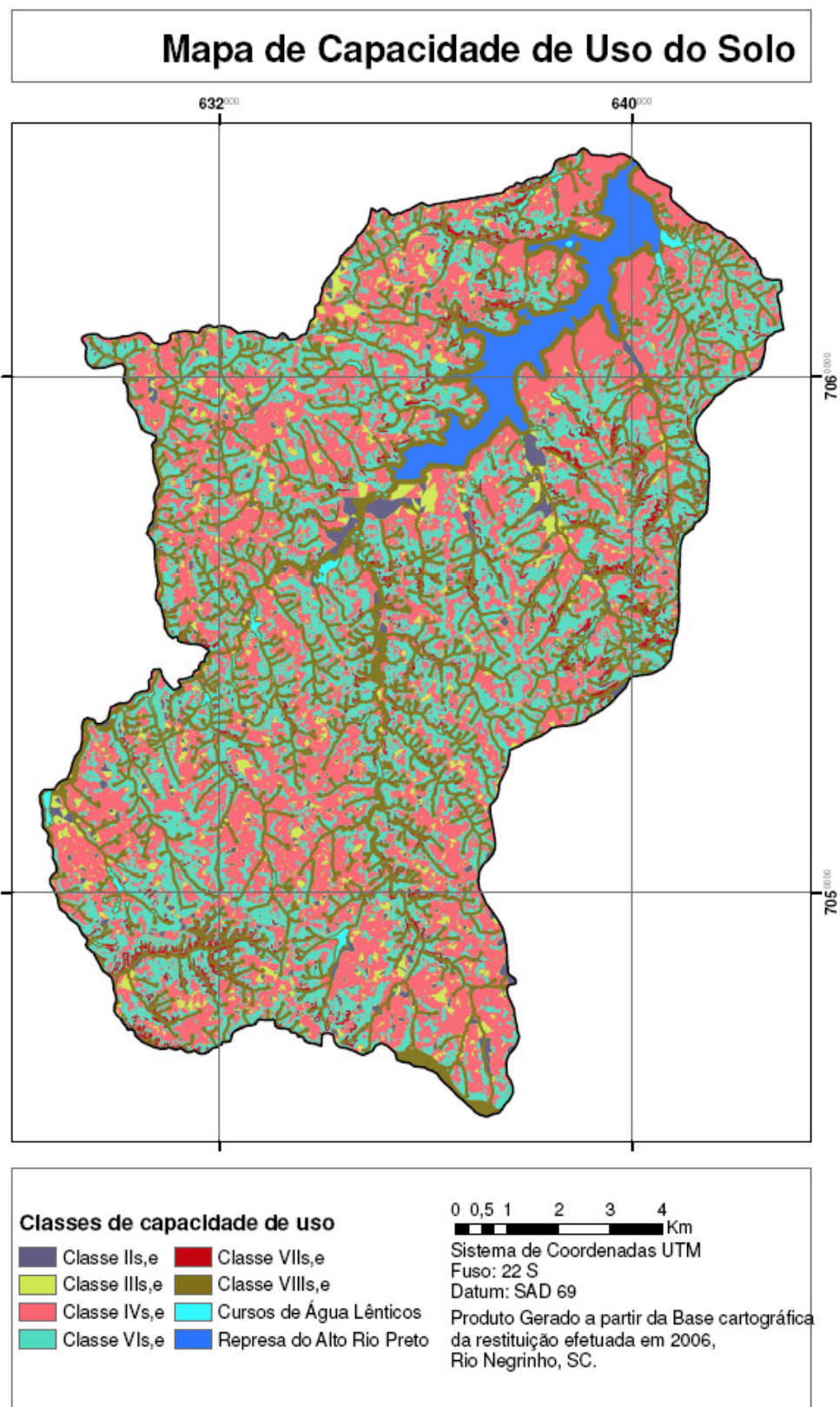
Grupos de Solos	Área	
	(ha)	(%)
Cambissolo	14533,76	93,85
Nitossolo	907,84	5,86
Neossolo	44,24	0,29
Represa	496,78	3,21
Lagos, lagoas, Açudes	95,79	0,62
Total	15485,84	100,00

**Fonte:** Adaptado de Embrapa 1999

Na área da APA há uma predominância de Cambissolos (Tabela 4), representando 93,85 % da área total da APA ocorrendo nas mais variadas formas de relevo. O grupo Nitossolo predomina na região norte da APA e no entorno da Represa Do Alto Rio Preto, representando 5,86% da área total. Como pode ser visto esse grupo tende a ocorrer em relevos planos a ondulados.

Numa pequena parcela da área de estudo 0,29% foi identificado a presença de Neossolos, situadas à sudeste da área da APA, numa área de predominância de relevo forte ondulado a montanhoso.

#### 6.4 Mapa de Capacidade de Uso das Terras



**Figura 12.** Mapa de Capacidade de Uso do Solo da APA



Na área de estudo, predomina a combinação das limitações de uso devidas aos dois aspectos físicos analisados: Solo e Declividade (s,e).

Essas características somadas representam condições desfavoráveis para a produção de cultivos agrícolas intensivos.

**Tabela 5: Classes de Capacidade e respectivas áreas**

Classes de Capacidade de Uso	Área	
	(ha)	%
Classe II	442,21	2,86
Classe III	861,39	5,56
Classe IV	5279,29	34,09
Classe VI	4359,71	28,15
Classe VII	397,08	2,56
Classe VIII	3553,59	22,95
Cursos de água lânticos	95,79	0,62
Represa	496,78	3,21
Total	15485,84	100,00

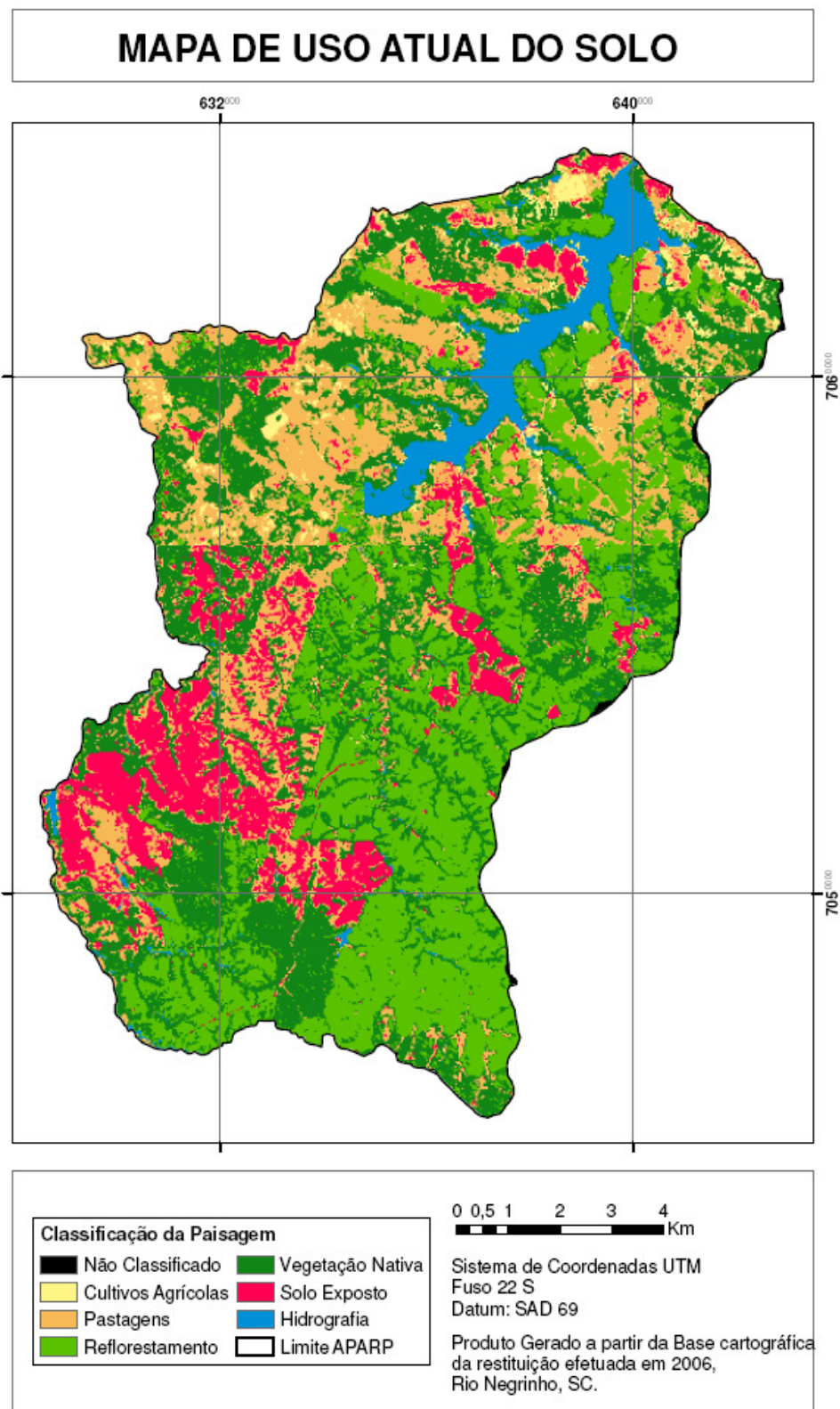
De acordo potencialidades de uso das terras, é possível identificar que boa parte da área da APA 34,09%, apresenta vocação restrita ao emprego de cultivos ocasionais, intercalando o uso com a pastagem. Essas características são determinadas pela grande presença de relevos acentuados em toda a área da APA, devido ao seu potencial risco à erosão, e nas áreas situadas à noroeste e oeste da represa do Alto Rio preto, pela presença forte pedregosidade, referentes ao grupo de solos Nitossolo predominante nessas áreas.

Ressalta-se a importância exercida pela APPS referentes à proteção dos recursos hídricos, as quais representam 97,14.% do total de 3553,59 hectares correspondentes à classe VIII do sistema de capacidade de uso, áreas estas, destinadas à manutenção dos recursos naturais da APA.

Na tabela observa-se que apenas 2,86% da área da APA apresenta vocação para cultivos agrícolas menos intensivos, ou que requerem certas práticas conservacionistas, conforme a classe II do Sistema de Capacidade de Uso das Terras.



#### 6.4 Mapa do Uso Atual das Terras.



**Figura 13.** Mapa de Uso Atual do Solo

**Tabela 6: Uso Atual do solo e classificação da paisagem**

Classificação da Paisagem	Área	
	(ha)	%
Cultivos Agrícolas	406,62	2,63
Pastagens	3240,63	20,93
Reflorestamento	4251,60	27,45
Vegetação Nativa	5103,18	32,95
Solo Exposto	1737,63	11,22
Hidrografia	716,49	4,63
Não Classificado	29,69	0,19
Total	15485,84	100,00

O mosaico do uso atual do solo, evidencia uma manutenção expressiva dos recursos naturais na área de estudo tendo-se uma predominância de vegetação nativa que correspondem à 32,95% da área analisada.

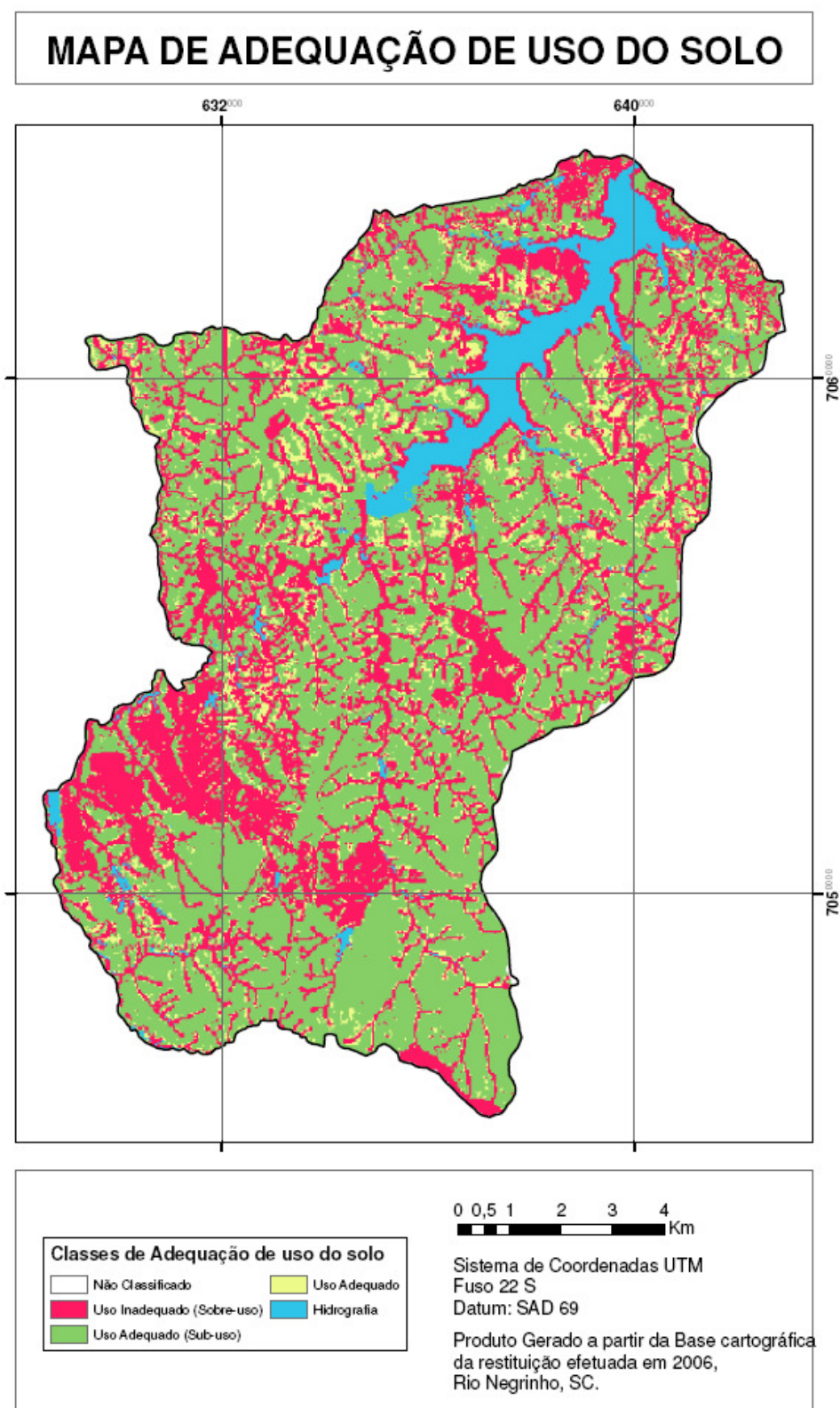
Devido as dificuldades impostas pelos atributos relativos ao solo e ao relevo da região existem pequenas áreas de incidência de cultivos intensivos, as quais representam menos de 3% do total da área da APA.

A análise permitiu identificar ainda forte presença de as áreas de reflorestamento, as quais representam 27,45% do mosaico da paisagem do uso do solo dado atualmente, salientando a grande vocação desta atividade econômica para a região.

As áreas atualmente utilizadas como pastagens situam-se no entorno da represa do alto Rio Preto, correspondendo a 20,63% da área de estudo.

Por outro lado, a área da APA apresenta uma grande incidência de solo exposto (ou degradado) de 11,22%. A principal contribuição para essa alta predominância é relativo ao solo que está sendo preparado para o plantio de reflorestamento.

## 6.5 Mapa de Adequação de Uso das Terras.



**Figura 14.** Mapa de Adequação de Uso do Solo

**Quadro 7.** Tabulação Cruzada entre Capacidade de Uso versus Uso Atual do Solo.

Uso Atual (linhas)	Tabulação cruzada	Capacidade de Uso das Terras (Colunas)						
		Classe II,s	Classe III,se	Classe IV,se	Classe VI,se	VII,se	VIII,se	Hidrografia
Não classificado	Área (ha)	8,82	3,51	8,1	10,26	2,43	6,12	0
Cultivos		8,46	14,76	137,97	108,81	41,94	85,77	8,73
Pastagens		31,95	152,91	1175,4	968,4	332,01	540,54	36
Reflorestamento		53,1	182,43	1637,55	1422,36	399,51	535,14	15,75
Veg. Nativa		41,22	126,99	1003,95	1623,87	784,26	1454,49	60,48
Solo Exposto		18,54	82,8	732,96	478,26	145,98	264,69	14,13
Hidrografia		30,42	17,01	10,8	11,52	21,69	105,03	519,3

Legenda	
	Não classificado
	Uso adequado (Sub-utilização)
	Uso adequado (Máx. utilização racional)
	Uso inadequado (Sobre-utilização)
	Hidrografia

**Tabela 7.** Classes de Adequabilidade de uso das terras.

Classes de Adequação de Uso	Área	
	(ha)	%
Uso Adequado (Sub-uso)	8235,99	53,18
Uso Adequado	2822,40	18,23
Uso Inadequado (Sobre-uso)	1805,40	22,79
Hidrografia	850,86	5,49
Não Classificado	47,96	0,31
Total	15485,84	100,00

O mapa de adequação de uso do solo mostra que 50% da área da APA está sendo utilizada de forma adequada. Isso porque grande parte das áreas, atualmente, utilizadas como pastagens, reflorestamento e vegetação nativa, estão tendo usos adequados às potencialidades de uso existentes (Quadro 7).

O Quadro 7 indica ainda que uma parcela do mosaico que está sendo sub-utilizado, está relacionado à classe IV que são aptas ao emprego de culturas anuais, desde que, adotem-se cuidados especiais (plantio em nível, correção do solo, construção de terraços). Devido à necessidade de emprego desses cuidados, os agricultores acabam optando pelo uso de pastagens e reflorestamento, sendo o último, a principal vocação econômica da região.

A maior parte dos acertos encontrados, ou seja, áreas que estão sendo utilizadas na máxima capacidade de utilização são relativas aos remanescentes de vegetação nativa em áreas impróprias para serem utilizadas com qualquer cultivo (classe VIII). O uso da terra para pastagens também está adequado em mais de 90% das áreas que possuem aptidão para este fim (classe VI). Essas áreas estão fragmentadas em regiões esparsas sendo situadas no entorno da represa do Alto Rio Preto.

Por outro lado, na identificação dos conflitos existentes, destacam-se a presença de reflorestamento, pastagens e uma pequena parcela de cultivos em áreas que não possuem nenhuma vocação natural de utilização, e que deveriam ser preservadas (classe VIII). Nessa análise nota-se que 22,75% das áreas que deveriam ser preservadas estão tendo algum tipo de utilização, apresentando riscos de depauperamento do solo.

A Análise da figura (Figura 14), permitiu identificar que a maior incidência dos conflitos relativos à classe VIII estão situados ao longo das faixas marginais de proteção dos recursos hídricos (APPS) representando um descumprimento à legislação vigente. Isso porque as larguras de faixas de proteção observadas no levantamento do uso do solo atual, não são suficientes para atender as faixas requeridas pelo mapa de APPS.

## **7 CONCLUSÕES**

A determinação da capacidade de uso das terras permitiu identificar que existe uma predominância da combinação das limitações de uso devido aos dois aspectos físicos analisados: Solo (s) e Declividade (e).

O mosaico do uso atual do solo, evidencia uma manutenção expressiva dos recursos naturais na área de estudo tendo-se uma predominância de vegetação nativa que corresponde à 32,95% da área análise.

Apesar disso, a vegetação nativa existente não é suficiente para garantir as faixas de proteção preconizadas com a legislação vigente.

Do total de APPs, 22,75% das áreas que deveriam ser preservadas estão tendo algum tipo de utilização (principalmente reflorestamento, apresentando riscos de depauperamento do solo.

A análise de adequação de uso do solo permitiu identificar uma utilização dentro da máxima capacidade natural de suporte, em mais de 71% da área de estudo.

O uso da terra para pastagens também está correta em mais de 90% das áreas que possuem aptidão para este fim (classe VI).

Identificou-se uma pequena parcela (11,26%) de áreas que necessitam de medidas mais eficazes no combate à erosão e à perda de fertilidade.

## **8 RECOMENDAÇÕES**

Foi possível identificar a necessidade de se proceder um levantamento pedológico mais detalhado da área de estudo afim qualificar os solos existentes por glebas e garantir informações pedológicas mais condizentes com a escala obtida no mapa de declividade.

Para a complementação deste estudo indica-se a necessidade de se considerar maior número de limitações de uso das terras (limitações climáticas, por excesso de água e limitações por erosão presente ou risco de erosão) visando melhor caracterizar as subclasses no sistema de capacidade de uso.

Na classificação do uso do solo realizada não foi possível fazer a distinção entre os diferentes cultivos agrícolas existentes na área de estudo. Esse detalhamento é de fundamental importância para se ter uma análise mais detalhada dos conflitos de uso referentes aos cultivos agrícolas.

Essa análise depende da realização de maior número de visitas a campo vindo a prover maior representatividade na interpretação das amostras de treinamento para classificação da paisagem e maior precisão na identificação de nascentes e de larguras dos corpos hídricos.

Salienta-se aqui a importância de se dispor ferramentas computacionais ao nível do detalhamento das escalas a serem trabalhadas para que os estudos de geoprocessamento possam ser realizados em tempo hábil.

## 9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSAD, M. L. L.; HAMADA, E.; CAVALIERI, A. Sistema de Informação Geográfica na Avaliação de Terras para Agricultura. **In** ASSAD, E. D.; SANO, E.E. **Sistemas de Informações Geográficas: aplicações na Agricultura**. 2 ed. Brasília. EMBRAPA-SPI/Embrapa-CPAC, pg 191-232. 1998.

BASTOS, C.A.B (1999) **Estudo Geotécnico sobre a Erodibilidade de Solos Residuais Não Saturados**. TESE DE DOUTORADO ESCOLA DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL Porto Alegre – SP.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. (1990). **Conservação do Solo**. Ícone São Paulo - SP 355 p.

BRADY, N. C. (1989) **Natureza e propriedades dos solos**. Freitas Bastos Rio de Janeiro-RJ. 898 p.

BRASIL (2000), Lei Nº 9.985 de 18 de Julho De 2000, Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências, Brasília-DF, 17 p.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. (1998). Princípios Básicos em Geoprocessamento. **In** ASSAD, E. D.; SANO, E.E. **Sistemas de Informações Geográficas: aplicações na Agricultura**. 2 ed. Brasília, EMBRAPA-SPI/EMBRAPA-CPAC, pp 3-11, 1998.

CARVALHO, F. A.; LACERDA, M. P. C. (2007). Caracterização da adequação do uso agrícola das terras no Distrito Federal . **Anais** do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, INPE, Florianópolis-SC, p. 111-117.

CASTANHO, R. B.; ROSA, B. (1998), O Geoprocessamento como instrumento de análise territorial do Espaço agropecuário da Microrregião Geográfica de Carazinho – RS. **Anais**. IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, INPE, Santos-SP, p. 123-131.

CENTENO, J. A. S. **Sensoriamento remoto e processamento de imagens digitais**. Curitiba: UFPR, 2003. 219p.

CROSTA, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas, SP: IG/UNICAMP, 1993. 170p.

DALAGNOL, E. F. N.(2001), **Subsídios para o Zoneamento da APA do Rio dos Bugres, Rio Negrinho-SC, com vistas ao aproveitamento de água para o abastecimento Público**. DISSERTAÇÃO DE MESTRADO – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, Florianópolis-SC

EASTMAN, J. R. Idrisi Andes: Guide to GIS and Image Processing. Worcester: Clark University, 2006. 328p. Manual Version 15.00

EMBRAPA , **Levantamento de Reconhecimento de Solos de Santa Catarina**: Embrapa CNPS, 2004.



EMBRAPA. **Solos do estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 745p.

EMBRAPA, **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**, EMBRAPA SOLOS Rio de Janeiro – RJ, 412 302 p.

IAPAR. **Conservação do solo em sistemas de produção nas microbacias hidrográficas do Arenito Caiuá**. IAPAR, Londrina-PR, 56 p. 1990

FRANCO, M. A. R. (2000). **Planejamento Ambiental para a cidade sustentável**. ANNABLUME São Paulo-SP, 296p.

FUJIHARA, A. K. **Predição de erosão e capacidade de uso do solo numa microbacia do oeste paulista com suporte de geoprocessamento**. ESALQ-USP, Piracicaba – SP, 118p. 2002

IPPOLITI, G.; MORTARA, M. O.; REZENDE, A. C.; SIMÕES M. S. ; FILHO, M. V (1998). Sensoriamento remoto e Sistema de Informações Geográficas no estudo da adequação do uso das terras nos municípios de Hortolândia e Sumaré (SP) **Anais do IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, INPE, Santos-SP, p. 123-131.

JACOBI, P.; TEIXEIRA, M. A. C. (2000) Consórcio Quiriri: **Programa Intermunicipal de Tratamento Participativo de Resíduos Sólidos da região do Alto rio Negro catarinense**, in Novas Experiências de Gestão Pública e Cidadania org por Farah, M. F. S. e Barboza H. B. ed. FGV São Paulo-SP, pp. 3-16

KOBYAMA, M. (2003) **Conceitos de Zona Ripária e seus Aspectos Geobiohidrológicos**. I Seminário de Hidrologia Florestal, PPGEA – UFSC, Alfredo Wagner-SC, p. 01-13.

KOUAKOU, R. D.; DA SILVA, J. X. (2004), Geoprocessamento aplicado à avaliação de geopotencialidade agroterritorial in Geoprocessamento e Análise Ambiental: Aplicações. Org por Da Silva, J. X. e Zaidan, R. T., Ed. BERTRAN BRASIL, Rio de Janeiro – RJ, pp. 301-352

LEPSCH, I. F; BELLINAZZI, R; BERTOLINI, D.; ESPINDOLA, C. R. (1983), **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação das terras no sistema de capacidade de uso**. SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, Campinas-SP, 175p.

LEPSCH, IGO F. (1989), **Solos: Formação e Conservação**. Ed. MELHORAMENTOS, São Paulo-SP, 160p.

LEPSCH, IGO F., (2002), **Formação e Conservação dos Solos**. Ed OFICINA DE TEXTOS, São Paulo-SP.

LINDNER, E. A.; SILVEIRA, N. F. C. (2003) **A Legislação Ambiental e as Áreas Ripárias**. I Seminário de Hidrologia Florestal, PPGEA – UFSC, Alfredo Wagner-SC, p. 49-63.

MARTORANO, L. G.; ANGELOCCI, L. R.; VETTORAZZI, C. A.; VALENTE, R. O. A. Zoneamento agroecológico para a região de Ribeirão Preto utilizando um sistema de informações geográficas *in Sci. agric.* [online]. 1999, vol. 56, no. 3 [citado 2008-11-15], pp. 739-747. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo>

NANNI, M. R.; NEIRO, E. S.; NUNES, E. S.; COMUNELLO, E.; DEMATTÊ, J. A. M. (2005), Estabelecimento da Capacidade de Uso das Terras como subsídio para o zoneamento ecológico-econômico da Área de Proteção Ambiental Federal das Ilhas e Várzeas do Rio Paraná. *in Revista de Ciências Agro-Ambientais*, UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO, Cáceres - MT , p.1-14.

NOVO, E.M. L.M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. 3ª. ed. São Paulo, SP: Edgar Blücher, 2008. 363p.

PIROLI, E. L.(2002). **Geoprocessamento na determinação da capacidade de uso e avaliação do uso da terra do município de Botucatu-SP** FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS, UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, BOTUCATU-SP, 107 p.

POELKING, E. L., **Aptidão, Evolução e Conflitos de Uso das Terras no Município de Itaara**, RS. (2007), 67 p. DISSERTAÇÃO DE MESTRADO, PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO DA UNIVERSADE FEDERAL DE SANTA MARIA, SANTA MARIA – RS.

PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO NEGRINHO. **Informações gerais**. Disponível em: <<http://www.rionegrinho.sc.gov.br/caracteristicas.htm>>. Acesso em: 20 agost. 2008.

PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO NEGRINHO. Secretaria Municipal de Planejamento e Meio Ambiente de Rio Negrinho. **Documento Interno - Integrante dos Projetos de Lei sobre Redefinição dos Limites das APA's de Rio Negrinho**, 2007. 21p.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K.J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3 ed. Rio de Janeiro. EMBRAPA CNPM, 1995.

RODERJAN, C.V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y.S.; HATSCHBACH, G.G. As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência & Ambiente**. UFSM. v. 24, p. 75-92, jan./junh. 2002.

SANTA CATARINA Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral. **Atlas de Santa Catarina**. Florianópolis: GAPLAN/SUEGI; [Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro], 1986. 173p. il., mapas.

SANTOS, R.S. (2004), **Planejamento Ambiental : teoria e prática**. OFICINA DE TEXTOS São Paulo-SP 184p.

SCHWAB, G. O.; FREVERT R. K.; BARNES, K. K.; EDMINSTER, T. W. (1957) **Elementary Soil and Water Engineering**, Ed TOPPAN PRINTING COMPANY, Tokyo-Japan, 296p.

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E MEIO AMBIENTE DE RIO NEGRINHO (2006), **Plano Diretor de Desenvolvimento Ambiental Urbano e Rural de Rio Negrinho**, PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO NEGRINHO, Rio Negrinho-SC.

SILVA, R. V. (2003) **Estimativa de faixa vegetativa para zonas ripárias: uma revisão** in Anais do I Seminário de Hidrologia Florestal, PPGEA – UFSC, Alfredo Wagner-SC, p. 74-86.

SIMÕES, L. L. (2008), **Unidades de Conservação: conservando a vida, os bens e os serviços ambientais**, WWF BRASIL, São Paulo-SP, 23p.

SOUZA, C. F.; DORNELLES, A. M.; ACIOLI, L. A.; MERTEN; G (2006). Comparação dentre estimativas de produção de Sedimentos na Bacia do Rio Potiribu, in Anais do VII Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos Porto Alegre-RS, p 1-13.

RIBEIRO, G. N.; TEOTIA, H. S (2007), Estudo dos solos e uso atual da terra no agreste paraibano (região de Puxianã), através de sensoriamento remoto e geoprocessamento, in **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, INPE, Florianópolis-SC, p.

VENTURIARI, A.; DOS SANTOS, J. R. (1993) Técnicas de classificação de imagens para análise de cobertura vegetal **in** Sistemas de Informações Geográficas: *Aplicação na Agricultura*, Org por Assad, E. D. e Sano, E. E., EMBRAPA, Ed SPI, Brasília – DF, pp 351-369.

WEGNER, P. Z. **Caracterização dos Recursos Naturais e do uso do solo da Área de Proteção Ambiental do Alto Rio Preto, Rio Negrinho- SC.** (2000), 145 p.  
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO, PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL, UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, Florianópolis – SC.